



Pêches et Océans Fisheries and Oceans  
Canada Canada

Sciences

Science

**SCCS**

Secrétariat canadien de consultation scientifique

**CSAS**

Canadian Science Advisory Secretariat

Document de recherche 2012/088

Research Document 2012/088

Région du Québec

Quebec Region

**Évaluation de l'oursin vert de la côte  
nord de l'estuaire du Saint-Laurent en  
2008**

**Assessment of green sea urchin along  
the north shore of the Saint Lawrence  
Estuary in 2008**

Bernard Sainte-Marie, Sophie Brillon et Nathalie Paille

Pêches et Océans Canada  
Institut Maurice-Lamontagne  
850 route de la Mer, CP 1000  
Mont-Joli (Québec) G5H 3Z4

La présente série documente les fondements scientifiques des évaluations des ressources et des écosystèmes aquatiques du Canada. Elle traite des problèmes courants selon les échéanciers dictés. Les documents qu'elle contient ne doivent pas être considérés comme des énoncés définitifs sur les sujets traités, mais plutôt comme des rapports d'étape sur les études en cours.

This series documents the scientific basis for the evaluation of aquatic resources and ecosystems in Canada. As such, it addresses the issues of the day in the time frames required and the documents it contains are not intended as definitive statements on the subjects addressed but rather as progress reports on ongoing investigations.

Les documents de recherche sont publiés dans la langue officielle utilisée dans le manuscrit envoyé au Secrétariat.

Research documents are produced in the official language in which they are provided to the Secretariat.

Ce document est disponible sur l'Internet à:

This document is available on the Internet at:

[www.dfo-mpo.gc.ca/csas-sccs](http://www.dfo-mpo.gc.ca/csas-sccs)

ISSN 1499-3848 (Imprimé / Printed)

ISSN 1919-5044 (En ligne / Online)

© Sa Majesté la Reine du Chef du Canada, 2012

© Her Majesty the Queen in Right of Canada, 2012

**Canada**

---

La présente publication doit être citée comme suit :

Sainte-Marie, B., Brillon, S. et Paille, N. 2012. Évaluation de l'oursin vert de la côte nord de l'estuaire du Saint-Laurent en 2008. Secr. can. de consult. sci. du MPO. Doc. de rech. 2012/088. iii + 30 p.

## RÉSUMÉ

L'état des populations d'oursin vert (*Strongylocentrotus droebachiensis*) le long de la Côte-Nord de l'estuaire du Saint-Laurent (zone de pêche 9) a été évalué en 2008 à partir des données connues de débarquement et d'effort de la pêche commerciale, ainsi que des mesures de taille des oursins. Les débarquements annuels ont varié entre 0,3 et 85,7 t de 1995 à 2002. À partir de 2003 les débarquements ont progressé fortement pour atteindre un record de 689,3 t en 2007. Les débarquements enregistrés en date d'août 2008, avant la saison de pêche automnale, étaient de 231,9 t. La distribution spatiale de l'effort de pêche mesuré en jours-bateaux (jb) n'a pas été similaire au fil des années. Le secteur de la zone 9 à l'ouest de l'embouchure du Saguenay, et surtout les portions de côte autour de Saint-Siméon et du côté nord de l'île aux Lièvres, a été visé (c.-à-d., effort de pêche d'au moins 20 jb) en 1996 et 1997 et de nouveau en 2003 et 2004. Le secteur à l'est de l'embouchure du Saguenay, et surtout le territoire s'étendant de la pointe à Boisvert jusqu'à la pointe aux Outardes et au voisinage de la pointe des Monts, a été visé seulement en 2000. L'embouchure du Saguenay, incluant la partie est de la batture aux Alouettes, la baie Sainte-Catherine et la batture de la pointe aux Vaches, a été visée à partir de 2004. De 2005 à 2008, les débarquements de la zone 9 provenaient à 98 % de l'embouchure du Saguenay, où la plupart de l'effort de pêche était concentré sur une surface d'environ 1,8 km<sup>2</sup>.

Le court historique de la pêcherie à l'oursin vert, l'inconstance spatio-temporelle de la distribution et de l'intensité de l'effort de pêche, ainsi que la qualité inégale des données de la pêche, rendent difficile l'analyse des effets de l'exploitation. Autour de Saint-Siméon, les données de prises par unité d'effort (PUE), mesurée en kilogrammes par jb (kg/jb) ou par heure-plongeur (kg/hp), et les rapports verbaux des pêcheurs suggèrent une déplétion de la ressource après seulement deux années de pêche (1996-1997). À l'embouchure du Saguenay, de 2005 à 2007, le diamètre médian de l'oursin débarqué a diminué de 61 à 60 mm et la PUE médiane mesurée en heure-plongeur a baissé de 18 % et la PUE est devenue plus variable. Lors de la pêche printanière de 2008, le diamètre médian de l'oursin débarqué a encore diminué, à 58 mm, et la variabilité des PUE s'est encore accrue. Ces changements sont interprétés comme des signes de surpêche. Un relevé en plongée sous-marine effectué à l'embouchure du Saguenay en juin 2008 a montré l'existence d'une population d'oursins encore importante au pourtour de la batture aux Alouettes et a permis de caractériser l'abondance et la structure des tailles de l'oursin. Cependant, l'absence d'information sur la dynamique de cette population empêche de statuer sur sa productivité et sa résilience à l'exploitation. Un contrôle accru de l'effort et de la capacité de pêche est préconisé pour assurer un développement durable de la pêcherie à l'oursin vert de la zone 9.

---

## ABSTRACT

The status of green sea urchin (*Strongylocentrotus droebachiensis*) populations along the North Shore of the St. Lawrence Estuary (fishing area 9) was assessed in 2008 from known catch and effort data from the commercial fishery, along with size measurements of urchins. Annual landings varied between 0.3 and 85.7 t from 1995 to 2002. Starting in 2003 landings increased sharply and reached a record of 689.3 t in 2007. Landings recorded as of August 2008, before the onset of the fall fishing season, were 231.9 t. The spatial distribution of fishing effort measured as boat-days (bd) was not similar over the years. The sector of area 9 to the west of the mouth of the Saguenay, and mostly portions of the coast around Saint-Siméon and on the north side of Île aux Lièvres, was targeted (i.e., a fishing effort of at least 20 bd) in 1996 and 1997 and again in 2003 and 2004. The sector east of the mouth of the Saguenay, and mostly the portions of the coast between Pointe à Boisvert and Pointe aux Outardes and close to Pointe des Monts, was targeted only in 2000. The mouth of the Saguenay, including the eastern part of Batture aux Alouettes, Baie Sainte-Catherine and Batture de la Pointe aux Vaches, was targeted starting in 2004. From 2005 to 2008, 98% of area 9 landings originated came from the mouth of the Saguenay, where most of the fishing effort was concentrated on a surface area of about 1.8 km<sup>2</sup>.

The short history of the green sea urchin fishery, the inconstant spatio-temporal distribution and intensity of fishing effort, as well as the uneven quality of fishing data, hinder the analysis of the effects of exploitation. Around Saint-Siméon, catch per unit effort data (CPUE), measured as kilograms per bd (kg/bd) or per diver-hour (kg/dh), and verbal reports from fishermen suggest depletion of the resource after only two years of fishing (1996-1997). At the mouth of the Saguenay, from 2005 to 2007 the median diameter of landed urchins decreased from 61 to 60 mm and the median CPUE measured per dh declined by 18 %, while CPUE variability increased. During the spring fishing season of 2008, the mean diameter of landed urchin decreased even more, to 58 mm, and CPUE variability further increased. These changes are interpreted as signs of overfishing. A diver survey at the mouth of the Saguenay in June 2008 demonstrated the existence of still-important green sea urchin population around Batture aux Alouettes and allowed to characterize the abundance and size structure of urchins. However, the lack of information on the dynamics of this population prevents any conclusion regarding its productivity and resilience to exploitation. A greater control of fishing effort and capacity is recommended to ensure the fishery develops sustainably.

---

## 1. INTRODUCTION

### 1.1. CONTEXTE DE L'ÉTUDE

Les premiers débarquements d'oursin vert (*Strongylocentrotus droebachiensis*) au Québec ont eu lieu en 1991 (MPO, 2000; Pelletier *et al.*, 2001). Les débarquements ont crû de 6,7 t en 1991 jusqu'à 159,2 t en 1997 et ont diminué à moins de 25 t annuellement de 1998 à 2001. Ils ont ensuite augmenté modestement de 2002 à 2003, puis très fortement à partir de 2004 pour atteindre un sommet de 756,7 t en 2007. L'augmentation des débarquements à partir de 2004 résulte surtout de la découverte et de l'exploitation d'un important gisement d'oursin vert à l'embouchure du Saguenay, dans la zone 9 (Figure 1). En 2007, 91 % des débarquements d'oursin vert du Québec provenaient de la zone 9.

L'ampleur des débarquements d'oursin vert en provenance de l'embouchure du Saguenay a semé l'inquiétude chez plusieurs intervenants. En février 2008, lors de la réunion du comité consultatif sur l'oursin vert de la zone 9, il a été recommandé de limiter la pêche à l'embouchure du Saguenay à une saison printanière d'un mois, en attendant une évaluation de l'état des populations d'oursin vert dans cette zone 9 et à l'embouchure du Saguenay en particulier. Ce document de recherche rend compte du travail effectué en ce sens. En guise d'introduction à ce travail, nous passons en revue les principales caractéristiques écologiques et biologiques de l'oursin vert et les modalités de la pêche.

### 1.2. ÉCOLOGIE ET BIOLOGIE DE L'OURSIN VERT

L'oursin vert est une espèce arctique-boréale qui est largement distribuée dans le nord des océans Atlantique et Pacifique (Scheibling et Hatcher, 2001). Cette espèce omnivore joue un rôle écologique important en contrôlant la prolifération des bancs de lamineuses et en structurant les communautés benthiques sur les fonds durs de l'infralittoral (par ex., Vadas et Elner, 1992; Leinaas et Christie, 1996; Abraham, 2007). En présence de fortes populations d'oursin vert, les fonds sont dénudés et leur flore et faune sont appauvries. En l'absence ou en présence de faibles populations d'oursin vert, les algues et la faune prolifèrent en biomasse et en diversité d'espèces (Himmelman *et al.*, 1983a). Ces deux états sont considérés stables par certains chercheurs et il faudrait des événements naturels (épidémies, tempêtes) ou anthropiques (pêche) majeurs pour les renverser (Konar et Estes, 2003).

L'oursin vert est pêché commercialement pour ses gonades. Bien que les sexes soient séparés chez l'oursin vert, ils ne peuvent être distingués extérieurement et la pêche porte donc indistinctement sur les oursins mâles ou femelles. Les cinq gonades, qui occupent la partie supérieure de la cavité du test, subissent d'importants changements de volume, de fermeté et de couleur au cours d'un cycle annuel de reproduction (Lawrence, 2001). L'hiver, les gonades peuvent représenter jusqu'à 25 % du poids total de l'oursin. Le poids des gonades diminue à moins de 10 % du poids total de l'oursin lors de la ponte au printemps, soit en mai ou en juin dans l'estuaire du Saint-Laurent, et demeure faible l'été. L'oursin perd donc sa valeur commerciale après la ponte. Le développement des gonades à l'automne rend à l'oursin son attrait commercial.

La fécondation chez l'oursin vert est externe et produit une larve pélagique (plutés) qui dériverait entre 1 et 4 mois dans les eaux de surface avant de s'établir sur le fond (Scheibling et Hatcher, 2001). Au moment de la fixation sur le fond, l'oursin juvénile mesure à peine 0,5 mm de diamètre. Dans les bonnes conditions, l'oursin vert atteindrait



---

la maturité sexuelle à un diamètre d'environ 25–30 mm et à un âge d'environ 3 ans (Scheibling et Hatcher, 2001). La taille minimale légale de 50 mm serait atteinte vers l'âge minimum de 5–7 ans et l'oursin pourrait vivre encore de 10 à 50 années de plus selon les régions (Russell *et al.*, 1998; Vadas *et al.*, 2002; Blicher *et al.*, 2007).

Le taux de croissance de l'oursin peut être très variable et dépendrait davantage de la qualité et de la quantité de nourriture disponible que de la température ou des saisons (Russell *et al.*, 1998; Scheibling et Hatcher, 2001). Il pourrait même exister des phénotypes (ou génotypes) à croissance et distribution spatiale différentes (Vadas *et al.*, 2002). L'oursin a une croissance somatique (c.-à-d., la croissance en diamètre ou en volume) plus rapide en bordure des champs de laminaires, ou aux endroits que les courants approvisionnent régulièrement en laminaires à la dérive, que sur des substrats sans laminaires. De même, la taille et la qualité des gonades sont meilleures chez les oursins qui ont accès à des laminaires que chez les oursins retrouvés sur des fonds dénudés (Konar et Estes, 2003). Dans les endroits favorables pour l'alimentation, l'oursin vert forme des fronts de broutage ou des agrégats à très haute densité (par ex., Vadas et Elner, 1992; Abraham, 2007). On a suggéré que la profondeur de ces fronts de broutage pourrait être utilisée dans certaines localités comme un indicateur de l'intensité de l'exploitation : moins le front est profond, plus l'intensité de pêche serait élevée (Miller et Nolan, 2008). Lorsque les grands oursins au front de broutage sont enlevés, ils peuvent être remplacés par croissance des oursins de taille sous-légale sur place ou par immigration et croissance d'oursins en provenance de fonds périphériques moins favorables (Himmelman *et al.*, 1983a; Brady et Scheibling, 2005; Lauzon-Guay et Scheibling, 2007).

Le taux de mortalité de l'oursin vert en l'absence de pêche peut être très faible. Les principales causes de mortalité naturelle de l'oursin sont le stress osmotique découlant de faibles salinités, la prédation et la maladie (Scheibling et Hatcher, 2001). Les larves et les juvéniles sont particulièrement sensibles à une faible salinité et il a été suggéré que le recrutement dans la région du Québec peut être épisodique en raison de conditions de salinité défavorables à la survie des larves, surtout dans l'estuaire moyen (île d'Orléans à l'embouchure du Saguenay) et dans une moindre mesure plus en aval (Himmelman *et al.*, 1983b). Sur les côtes du Québec, les principaux prédateurs de l'oursin vert sont le homard, les crabes, les grosses étoiles de mer, le loup de mer *Anarhichas* sp. et les oiseaux marins. En Nouvelle-Écosse, des mortalités massives d'oursin vert sont survenues à plusieurs reprises au cours des 40 dernières années, sur des dizaines de kilomètres de côte. Ces mortalités ont été causées par une amibe pathogène (*Paramoeba invadens*) dont la prolifération serait associée à des périodes de réchauffement de l'eau (par ex., Brady et Scheibling, 2005). De telles mortalités massives n'ont jamais été rapportées dans les eaux froides de l'estuaire et du golfe du Saint-Laurent. Plus récemment, le bryzoaire *Membranipora membranacea*, une espèce envahissante en Gaspésie du sud et aux îles de la Madeleine, pourrait menacer les frondaisons de laminaires dont s'alimente l'oursin vert.

### 1.3. DESCRIPTION DE LA PÊCHE

Les côtes du Québec sont divisées en 14 zones principales de pêche à l'oursin vert (Figure 1). La zone 9 est comprise dans le secteur de la Côte-Nord et s'étend de la pointe au Pic jusqu'à la pointe des Monts (voir Figure 2 pour les noms des localités évoquées dans ce document). Elle est délimitée au sud par une ligne fictive qui sépare l'estuaire sur sa longueur en deux parties de largeur équivalente (Figure 1).

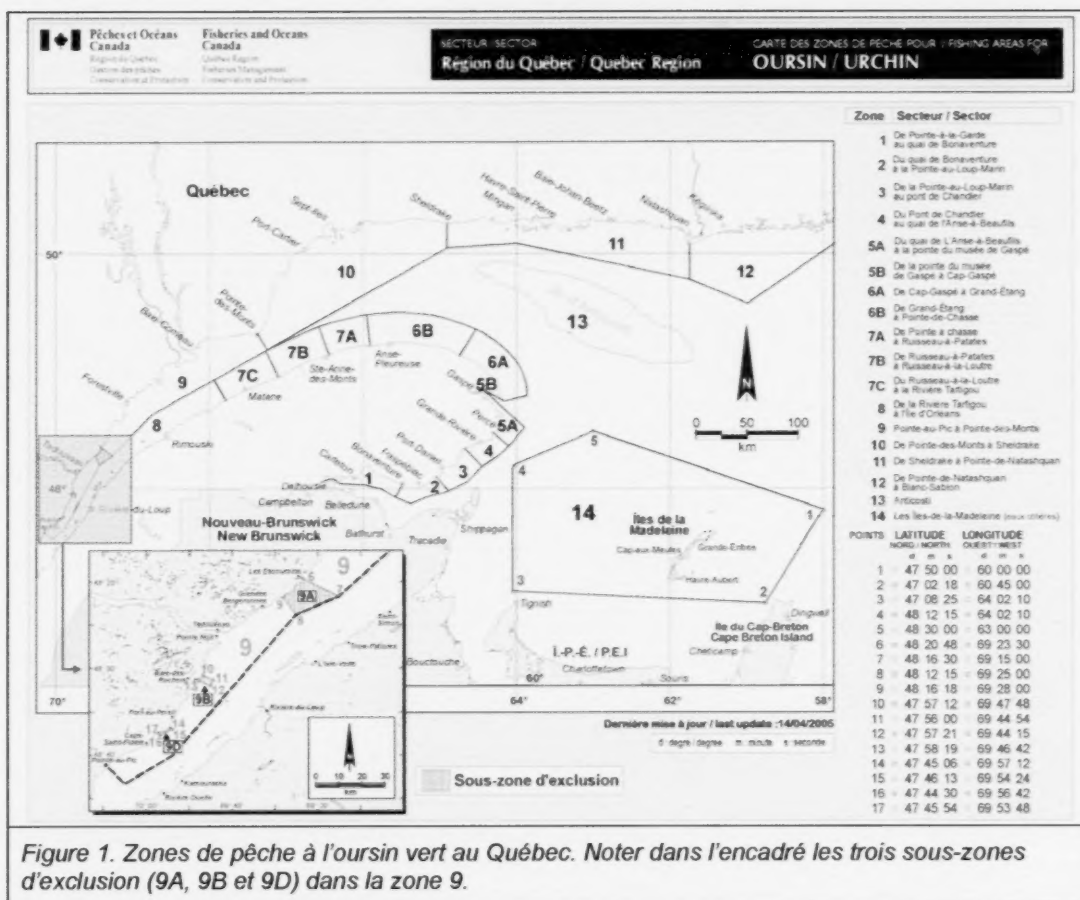


Figure 1. Zones de pêche à l'oursin vert au Québec. Noter dans l'encadré les trois sous-zones d'exclusion (9A, 9B et 9D) dans la zone 9.

Deux méthodes de capture de l'oursin vert sont autorisées par le MPO dans la région du Québec, soit la cueillette en plongée sous-marine ou la pêche à l'aide de casiers à buccin. La pêche au casier est peu répandue, car les gonades des oursins capturés par casiers sont souvent de mauvaise qualité, et a été pratiquée surtout dans la zone 9. Les engins de capture remorqués sont interdits sauf à l'intérieur de sites aquicoles distribués le long de la côte du Bas Saint-Laurent entre Trois-Pistoles et Rimouski où le Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec a permis l'utilisation d'une petite drague pour la récolte et le transfert d'oursins à des fins d'aménagement.

Les mesures de gestion en vigueur pour l'oursin vert dans la région du Québec visent à contrôler l'effort de pêche et à protéger le potentiel reproducteur de l'espèce. Le nombre de permis exploratoires, de plongeurs et de casiers est limité dans chacune des zones de pêche. Un pêcheur ne peut utiliser simultanément des plongeurs et des casiers. Une taille minimale légale de 50 mm de diamètre de test est imposée partout et les oursins plus petits doivent être rejetés à la mer. Pour effectuer le tri des oursins en mer et éliminer la plupart des individus de taille sous-légale, les pêcheurs utilisent une table de tri disposée sur le côté du navire et constituée d'une grille de barres parallèles dont l'espacement sélectionne les oursins en fonction de la hauteur et non pas du diamètre de leur test. La relation entre la hauteur et le diamètre du test n'est pas formellement décrite pour l'oursin

vert et serait utile pour évaluer la sélectivité des tables de tri en fonction de l'espacement des barres. La pêche en plongée sous-marine et avec des casiers a généralement été permise de février, mars ou avril jusqu'à la fin de décembre selon les zones et les années. Cependant, la pêche à l'oursin vert avec des casiers est interdite à partir du début ou du milieu d'avril jusqu'à la mi-octobre ou la mi-novembre (selon les zones) aux exploitants qui détiennent à la fois un permis de pêche à l'oursin vert et au buccin.

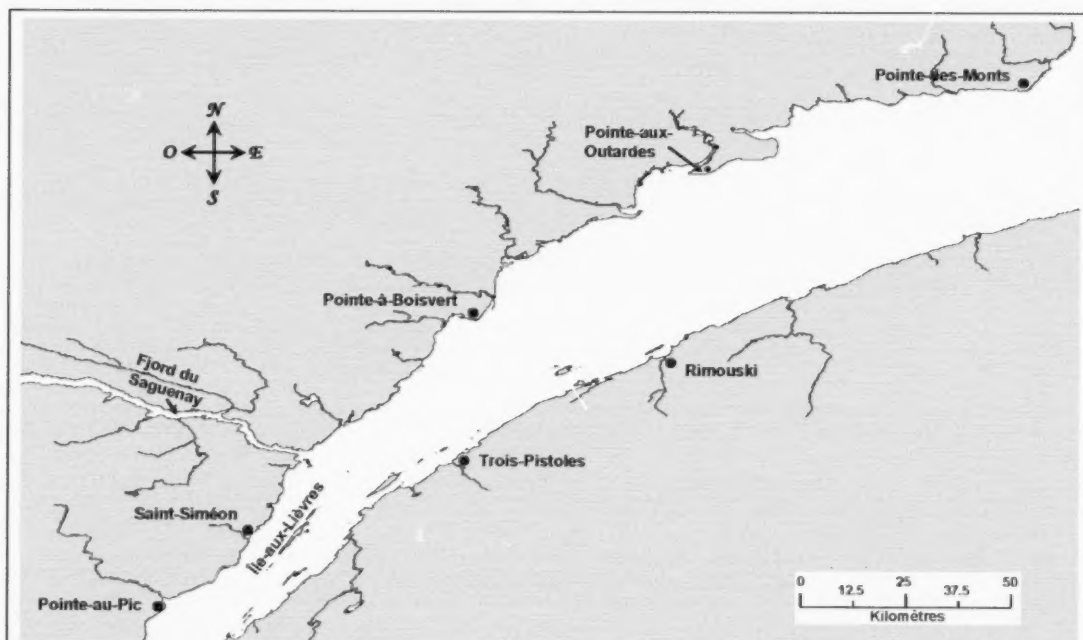


Figure 2. Carte de l'estuaire du Saint-Laurent, englobant la zone 9 de pêche à l'oursin vert.

Dans la zone 9, il y avait en 2008 sept permis exploratoires pour la pêche à l'oursin vert, dont seulement 4 à 6 avaient été actifs dans les années précédentes. Le nombre de plongeurs est limité à 4 par bateau, mais seulement trois plongeurs peuvent récolter à tout moment donné (le quatrième est un plongeur de remplacement). Le nombre de casiers (volume externe maximum de 0,5 m<sup>3</sup>, maillage minimum de 102 mm avec événements d'échappement obligatoires) est limité à 100 par bateau. Il existe trois sous-zones où la pêche est interdite pour ne pas interférer avec des activités de nature récréative, y compris la plongée sportive et l'interprétation de la nature qui s'y déroulent, ainsi que pour préserver la biodiversité locale (Figure 1). En 2008, la pêche en plongée sous-marine a été autorisée du 17 mars au 31 décembre sauf à l'embouchure du Saguenay, qui devait être accessible seulement du 31 mars au 27 avril. La pêche à l'aide de casiers était interdite du 31 mars au 5 octobre.

Les livres de bord sont obligatoires dans la région du Québec. Ces livres de bord informent en principe sur la durée et les débarquements du voyage de pêche, le moyen de pêche utilisé, les positions où sont effectuées les captures et le cas échéant sur le nombre de plongeurs et de plongées ou sur le nombre de casiers et leur temps de mouillage, ainsi que sur la durée, la profondeur et la nature des fonds à chacune des

---

plongées. Cependant, il y a eu des problèmes de conformité dans le remplissage des livres de bord (par ex., méthode de capture, position ou effort de pêche non rapportés), surtout lors des premières années de l'exploitation. Le pourcentage estimé de rendement en gonade peut aussi être inscrit sur une base volontaire.

## 2. MATÉRIEL ET MÉTHODES

L'historique de l'exploitation et l'état de la ressource dans la zone 9 ont été établis surtout à partir de l'examen de divers indicateurs provenant de la pêche commerciale. Ces indicateurs renseignent sur la distribution spatiale, l'effort et le résultat de la pêche, ainsi que sur l'abondance et la taille des oursins débarqués. De plus, un relevé de recherche a été effectué à l'embouchure du Saguenay du 23 au 27 juin 2008 afin de déterminer l'abondance et la structure de taille des populations d'oursins sur les principaux sites exploités dans ce secteur.

Les statistiques de la pêche commerciale sont utilisées pour estimer l'effort de pêche et pour calculer des prises par unité d'effort (PUE). L'effort et la PUE sont d'abord exprimés respectivement en jours-bateaux (jb) et en kg par jour-bateau (kg/jb), l'information sur la méthode de capture n'étant pas toujours spécifiée. De plus, même quand la méthode de capture était précisée, l'effort (nombre de casiers levés ou nombre et durée des plongées) n'était pas toujours consigné. La PUE exprimée en kg par heure-plongeur (kg/hp) est aussi utilisée, lorsque disponible, parce que la plongée est la méthode de capture prédominante depuis quelques années et que le rendement des plongeurs est un bien meilleur indicateur de l'abondance de l'oursin que le rendement du bateau. Cela découle du fait que le nombre total d'heures de plongée peut varier d'un jour à l'autre pour un même bateau.

Les échantillons de prises commerciales permettent de caractériser la taille et la proportion d'oursins sous-légaux qui sont capturés en mer (avant 2005) ou débarqués à quai (après 2004). Le nombre d'échantillons était généralement faible et leur origine géographique ainsi que la méthode de capture n'étaient pas toujours certaines jusqu'en 2004, mais depuis la quantité et la qualité de l'échantillonnage des prises commerciales d'oursin vert se sont améliorées.

Un relevé de recherche a été effectué à l'embouchure du Saguenay en juin 2008 par échantillonnage de transects en plongée sous-marine avec un bateau et une équipe de plongeurs commerciaux. Le relevé visait une couverture étendue de la batture aux Alouettes, de la baie Sainte-Catherine et de la batture de la pointe aux Vaches. Cependant, les conditions météorologiques et de courant ont empêché une couverture complète des battures; de plus, le positionnement des transects n'a pas toujours été aussi systématique que souhaité et a été en partie subordonné à la connaissance du capitaine et aux conditions de courants et de vents. L'échantillonnage a été fait le long d'une corde plombée de 100 mètres de longueur, marquée à tous les mètres et positionnée à peu près perpendiculairement au contour de la batture ou de la ligne de côte. La position de début et de fin du transect a été notée à l'aide d'un GPS. Sur chaque transect, le plongeur devait prélever 6 échantillons espacés de 20 mètres, soit à 0, 20, 40, 60, 80 et 100 mètres, le repère 0 m étant toujours positionné le plus près du contour de la batture ou de la côte et le repère 100 m vers le large. Chaque échantillon était constitué des oursins présents dans un à quatre quadrats adjacents de 0,25 m<sup>2</sup> chacun, la surface totale de l'échantillon étant à peu près inversement proportionnelle à la densité des oursins pour avoir une



bonne représentation de la structure de tailles tout le long du transect. Tous les oursins visibles dans la surface d'échantillonnage étaient récoltés manuellement et placés dans un filet de plongée avec un vide de mailles d'environ 15 mm qui pouvait laisser échapper les plus petits oursins. À bord du bateau, les oursins de chaque échantillon ont été dénombrés et pesés collectivement et les oursins dans au moins un échantillon sur deux ont été mesurés en diamètre (à l'exclusion des épines) par des biologistes du MPO. La hauteur du test a également été mesurée à l'occasion en vue d'établir une relation diamètre-hauteur permettant d'évaluer la sélectivité des grilles de tri à bord des bateaux de pêche.

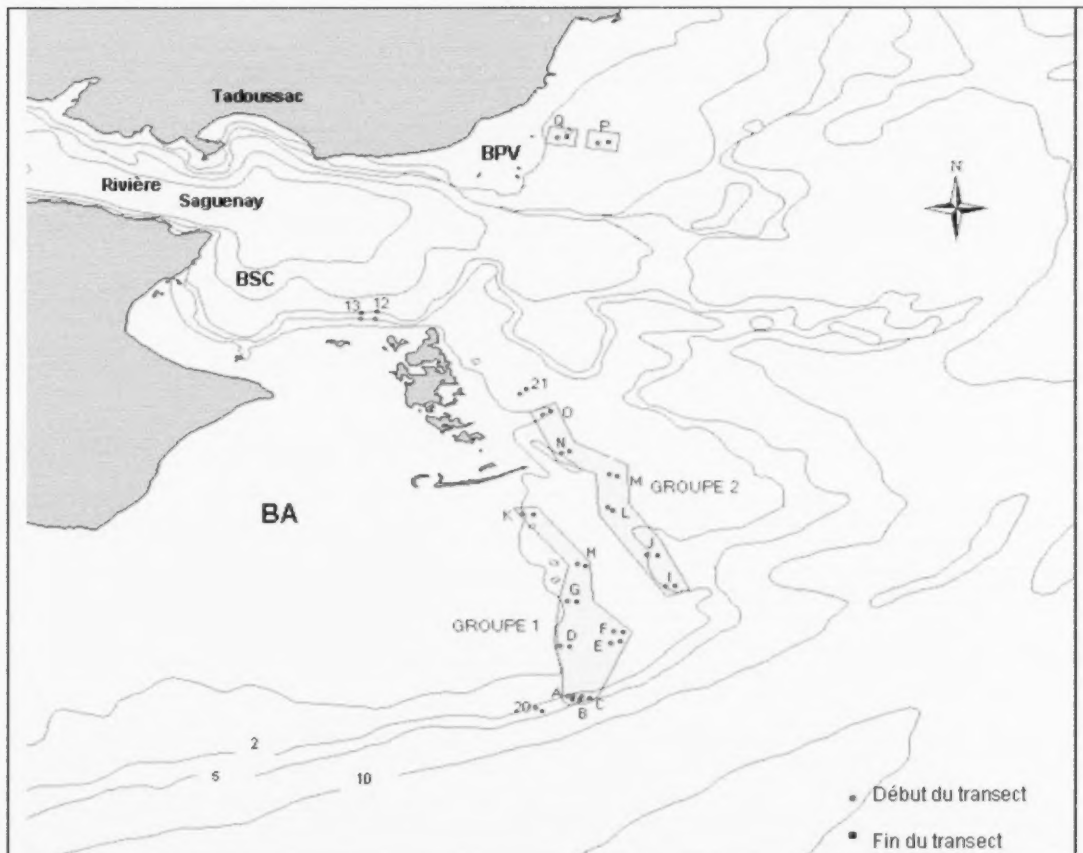


Figure 3. Carte de l'embouchure du Saguenay montrant les transects réalisés en plongée sous-marine pour l'inventaire de l'oursin vert en juin 2008. Les transects effectués au complet sont marqués par des lettres majuscules, les transects qui n'ont pu être complétés ou échantillonnés quantitativement sont marqués par des chiffres. Les isobathes marquées sont en mètres. BA, batture aux Alouettes; BPV, batture de la pointe aux Vaches; BSC, baie Ste-Catherine.

En raison de mauvaises conditions de plongée, certains transects ont été abandonnés ou n'ont pu être échantillonnés quantitativement. Au total, 17 transects ont été complétés et sont désignés par des lettres dans la Figure 3; de l'information fragmentaire ou non quantitative est disponible pour quatre autres transects désignés par des chiffres dans la Figure 3. Les positions et profondeurs des transects ainsi que la surface échantillonnée à chaque repère de distance sur les transects individuels sont fournies aux Appendices 1 et 2. Les transects complétés ont été séparés, a posteriori, en quatre groupes, ceux

généralement moins profonds et plus proches du front de laminaires sur la batture aux Alouettes (Groupe 1) et la batture de la pointe aux Vaches (transect Q) ou ceux généralement plus profonds et plus éloignés du front de laminaires sur ces deux mêmes battures (Groupe 2 et transect P) (Figure 3).

Les structures de tailles des oursins verts sont présentées en fréquence relative par classe de diamètre de 1 mm, chaque échantillon contribuant à une structure de taille donnée étant pondéré par sa surface. L'abondance et la biomasse de l'oursin vert dans chaque échantillon ont été exprimées en nombre et en kg par m<sup>2</sup>. La biomasse d'oursins légaux en kg par m<sup>2</sup> a été estimée pour chaque échantillon dans lequel le diamètre des oursins a été mesuré, à partir de quatre relations diamètre-poids publiées (Tableau 1). Selon ces relations, le poids d'un oursin de 50 mm de diamètre varie entre 43,5 et 54,6 g tandis que celui d'un oursin de 70 mm de diamètre varie entre 118,0 et 144,1 g. Le calcul de la biomasse d'oursins légaux par échantillon s'est fait en sommant la moyenne des poids estimés selon les quatre relations pour chaque oursin de diamètre égal ou supérieur à 50 mm et en ramenant le résultat à une surface de 1 m<sup>2</sup>.

Tableau 1. Relations entre le poids (*P*, en g) et le diamètre (en mm) de l'oursin vert selon trois études réalisées aux Îles de la Madeleine (IDM), en Colombie-Britannique (C-B) et au Nouveau-Brunswick (N-B). La deuxième équation pour les Îles de la Madeleine (IDM<sub>corr</sub>) visait à corriger une surestimation présumée du poids des gros oursins par l'équation IDM. Le poids estimé par les quatre relations est montré pour des oursins de 50, 60 et 70 mm de diamètre.

Lieu	Équation	Source
IDM	$P = 0,0005 * \text{diamètre}^{2,959}$	Pelletier <i>et al.</i> , 2001
IDM <sub>corr</sub>	$P = 0,0004 * \text{diamètre}^{2,9646}$	Pelletier <i>et al.</i> , 2001
C-B	$P = 0,0034 * \text{diamètre}^{2,4756}$	Waddell <i>et al.</i> , 1997
N-B	$P = 0,0009947 * \text{diamètre}^{2,77}$	Robinson et MacIntyre, 1993

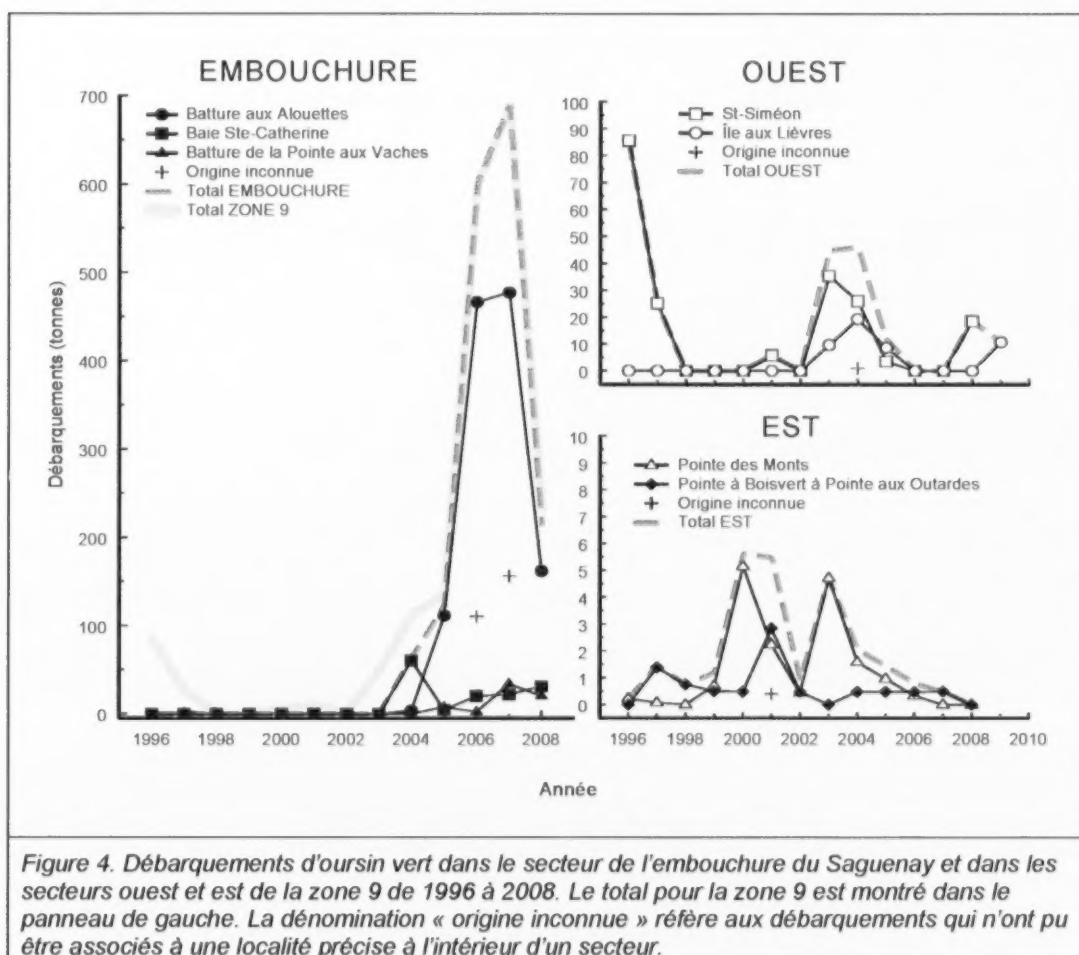
Diamètre de l'oursin (mm)	Poids (g) calculé selon les quatre équations				
	IDM	IDM <sub>corr</sub>	C-B	N-B	Moyenne
50	53,2	43,5	54,6	50,6	50,5
60	91,3	74,7	85,8	83,8	83,9
70	144,1	118,0	125,7	128,4	129,1

### 3. RÉSULTATS

#### 3.1. LA PÊCHE COMMERCIALE DANS LA ZONE 9

Les débarquements d'oursin vert dans la zone 9 ont commencé en 1995 (0,3 t) et ont atteint 85,7 t en 1996, puis ont diminué et se sont maintenus à moins de 11,2 t annuellement de 1998 à 2002, avant d'augmenter fortement à partir de 2003 pour atteindre 599,5 t en 2006 et 689,3 t en 2007 (Figure 4). Les débarquements dans la zone 9 ont atteint 231,9 t lors de la pêche printanière de 2008. Quatre-vingt-dix-huit pourcent de l'oursin pêché et débarqué dans la zone 9 de 2005 à 2008 (1657,5 t au total) provenait de l'embouchure du Saguenay (appelée ci-après Embouchure), comprenant la batture aux

Alouettes, la baie Sainte-Catherine et la batture de la pointe aux Vaches (Figure 3). Des débarquements (et un effort de pêche) relativement importants effectués en 2006 et 2007 dans le secteur de l'Embouchure n'ont pu être attribués à une localité précise mais proviendraient de la batture aux Alouettes selon les pêcheurs consultés. En 2006 et 2007, la grande majorité des débarquements a été effectuée du début d'avril à la mi-mai (saison du printemps : moyenne de 24,5 % du débarquement annuel) et de septembre à novembre inclusivement (saison d'automne : 60,7 %). Le reste des débarquements a été effectué surtout en décembre et dans une moindre mesure en février, mars et août.



Le prix offert pour l'oursin débarqué dans la zone 9 a été très variable depuis 1996 (Figure 5). Il y a eu un creux historique à \$0,18 par kg en 2002 suivi par un sommet historique à \$1,83 par kg en 2003. À partir de 2004 le prix moyen est resté supérieur à \$1,00 par kg et a affiché une tendance à la hausse, s'établissant à \$1,49 par kg en 2008.

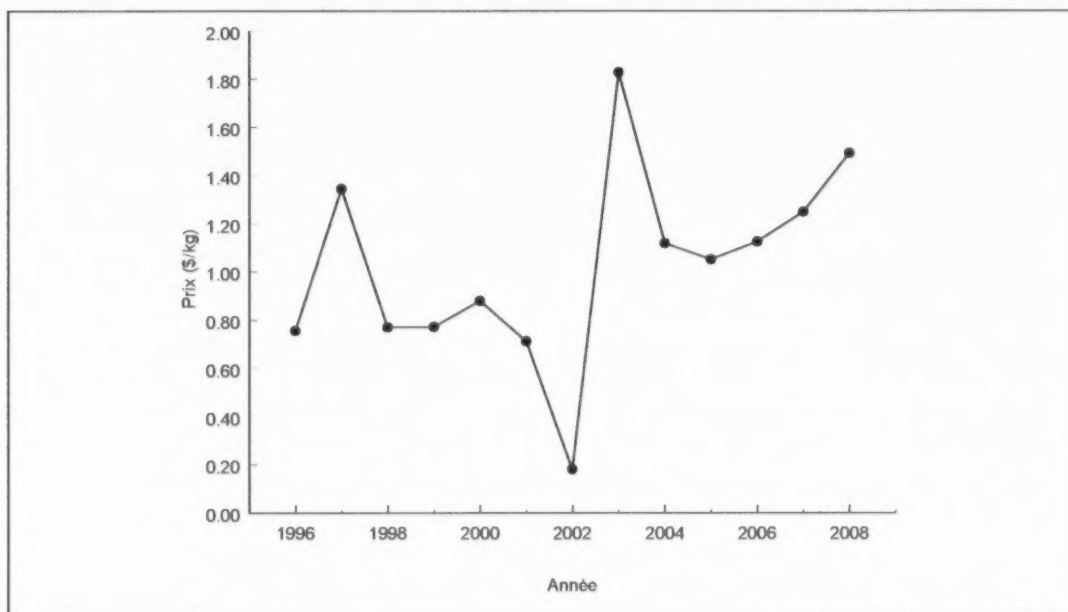


Figure 5. Prix moyen en dollars canadiens par kilogramme de poids frais (\$ par kg) offert pour l'oursin vert entre 1996 et 2008 dans la zone 9.

### 3.2. ÉTAT DE LA RESSOURCE DANS LA ZONE 9 DE 1996 À 2007

L'effort de pêche mesuré en jours-bateaux dans la zone 9 n'a pas été distribué également au fil des années (Figure 6). L'effort en jb ne semble pas varier en fonction des fluctuations du prix offert pour l'oursin (corrélation de Pearson :  $r = 0,37$ ,  $p = 0,216$ ), quoique l'effort et le prix minimums coïncident en 2002 (Figures 4 et 5). Le secteur à l'ouest de l'Embouchure, comprenant Saint-Siméon et l'île aux Lièvres, a été visé (critère arbitraire d'au moins 20 jb d'effort dans l'année) en 1996 et 1997 (Saint-Siméon seulement) et de nouveau en 2003 et 2004 (Saint-Siméon et île aux Lièvres). Auparavant, l'effort dans le secteur ouest de la zone 9 avait été nul en 1994 et très faible en 1995 (3 jb pour un débarquement total de 0,3 t). Le secteur à l'est de l'Embouchure, comprenant les portions de côte de la pointe à Boisvert jusqu'à la pointe aux Outardes et au voisinage de la pointe des Monts, a été visé en 2000 et à nouveau en 2003, l'effort portant surtout à la pointe des Monts. L'Embouchure n'a été visée qu'à partir de 2004 et l'effort s'est par la suite accentué atteignant jusqu'à 251 jb en 2007. Même à l'intérieur de chacun des trois secteurs de la zone 9, la distribution spatiale de l'effort de pêche n'a pas été constante d'une année à l'autre.



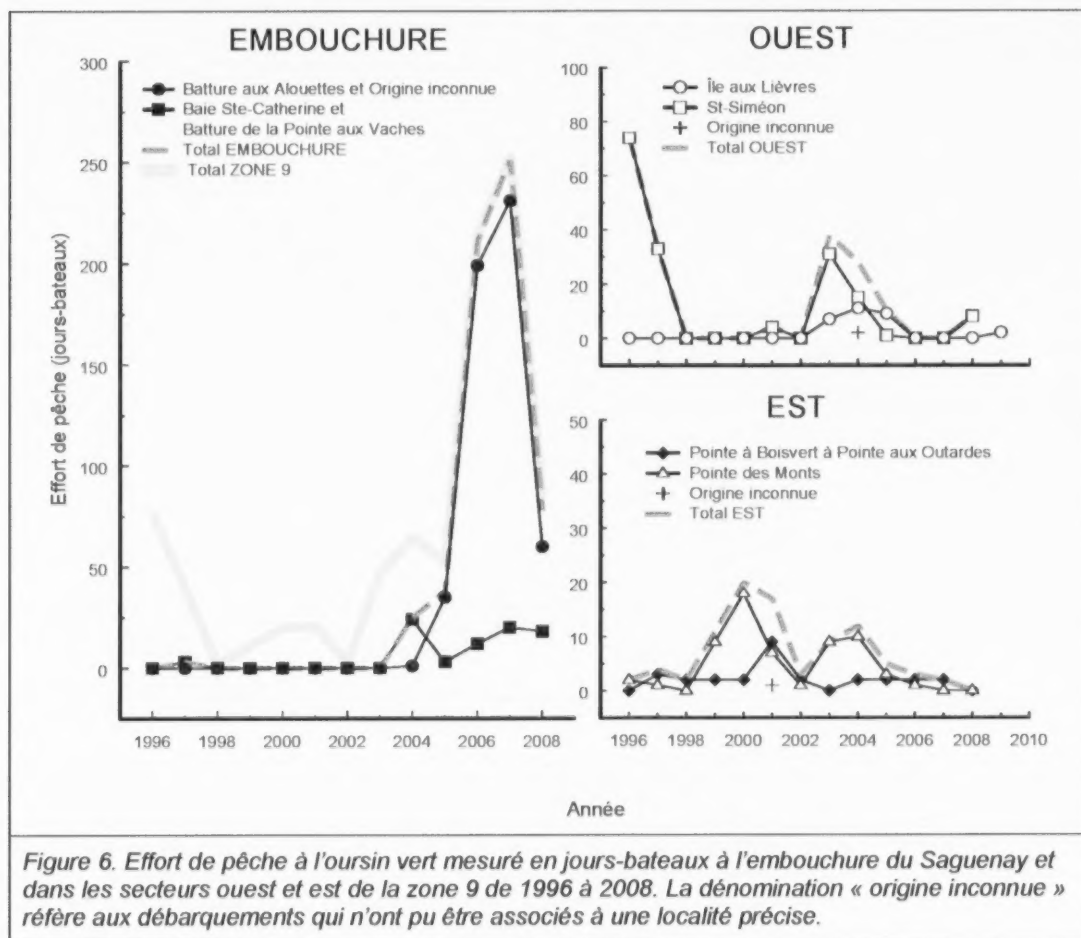
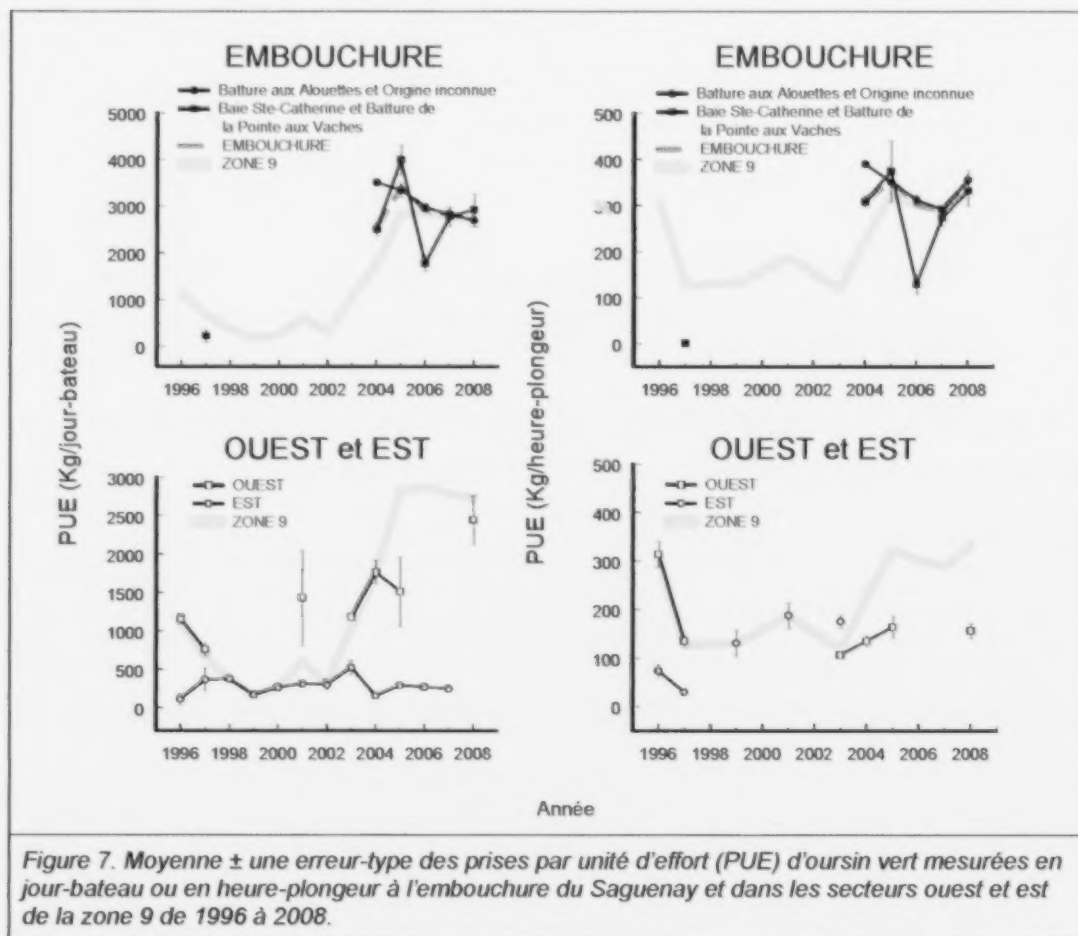


Figure 6. Effort de pêche à l'oursin vert mesuré en jours-bateaux à l'embouchure du Saguenay et dans les secteurs ouest et est de la zone 9 de 1996 à 2008. La dénomination « origine inconnue » réfère aux débarquements qui n'ont pu être associés à une localité précise.

Les PUE aussi ont été variables d'une année à l'autre dans la zone 9 (Figure 7). Dans le secteur ouest de la zone 9, l'abandon de l'effort de pêche en 1998 a été précédé par un déclin prononcé et significatif des PUE mesurées en jb (test de t :  $P < 0,001$ ) ou hp (test de Wilcoxon :  $P < 0,001$ ) entre 1996 et 1997. En 2003 et 2004 avec un effort excédant 20 jb annuellement, la PUE en jb était revenue à un niveau similaire ( $> 1000$  kg/jb) à celui de 1996 (1155,4 kg/jb), mais la PUE en hp demeurait significativement inférieure ( $< 150$  kg/hp) (test de Wilcoxon, 1996 vs 2003 :  $P < 0,001$ ; 1996 vs 2004 :  $P = 0,001$ ) à la valeur de 1996 (313,6 kg/hp).

La PUE en jb dans le secteur est a été plus faible et moins variable qu'ailleurs dans la zone 9 (Figure 7). Exception faite de l'année 1996, la PUE en jb a oscillé autour de 250 kg/jb, atteignant un maximum de 523,6 kg/jb en 2003 et un minimum de 156,1 kg/jb en 2004. Les mesures de PUE en hp sont sporadiques (Figure 7), les casiers étant plus souvent utilisés que les plongeurs dans ce secteur : les valeurs étaient inférieures à 100 kg/hp en 1996 et 1997 et ont augmenté à plus de 150 kg/hp en 2001 et 2003 (maximum de 175,4 kg/hp). Il n'y a pas de mesure de PUE en hp pour le secteur est de la zone 9 de 2004 à 2007, parce que la pêche a été faite avec des casiers ou parce que le nombre d'heures de plongée n'a pas été consigné dans les livres de bord.



À l'Embouchure (Figure 7), la PUE mesurée en jb a d'abord augmenté de 2004 à 2005, atteignant un sommet de 3407,4 kg par jb, puis elle a décliné significativement (test de  $t$  :  $P = 0,003$ ) de 17 % à 2821,6 kg/jb en 2007. De même, la PUE mesurée en hp a crû de 311,2 kg/hp en 2004 à 353,2 kg/hp en 2005 et a ensuite diminué significativement (test de Wilcoxon :  $P < 0,001$ ) de 18 % à 289,9 kg/hp en 2007.

Les PUE géo-référencées de 2006 et 2007 ont servi à définir les meilleures aires de pêche à l'Embouchure (Figure 8). Ces aires, au nombre de deux, correspondent aux concentrations de positions de pêche où les rendements ont dépassé le quartile inférieur de la distribution des PUE en hp, soit 219,5 kg/hp. L'aire A est la plus grande et s'étend sur environ 1,67 km<sup>2</sup> à l'extrémité sud-est de la batture aux Alouettes; l'aire B occupe environ 0,17 km<sup>2</sup> de la partie nord-est de la batture de la pointe aux Vaches. Il est à noter que l'aire A est découpée en trois corridors plus ou moins parallèles de grande intensité de pêche, orientés du nord-ouest vers le sud-est, et qui correspondent à des coulées qui accumulent des lamineaires dérivantes (C. Fair, plongeur commercial, comm. pers.). L'aire A (approximée pour fins d'analyses par un quadrilatère s'étendant de 48,050°N à 48,079°N et de -69,673°O à -69,653°O) a contribué aux débarquements en provenance de la batture aux Alouettes dans une proportion d'au moins 19,2 % en 2005, lorsqu'elle a été pêchée pour la première fois, et d'au moins 65,7 % en 2006 et 85,4 % en 2007. La

contribution relative de l'aire A aux débarquements en provenance de l'Embouchure est d'au moins 17,3 % en 2005, 62,8 % en 2006 et 76,5 % en 2007.

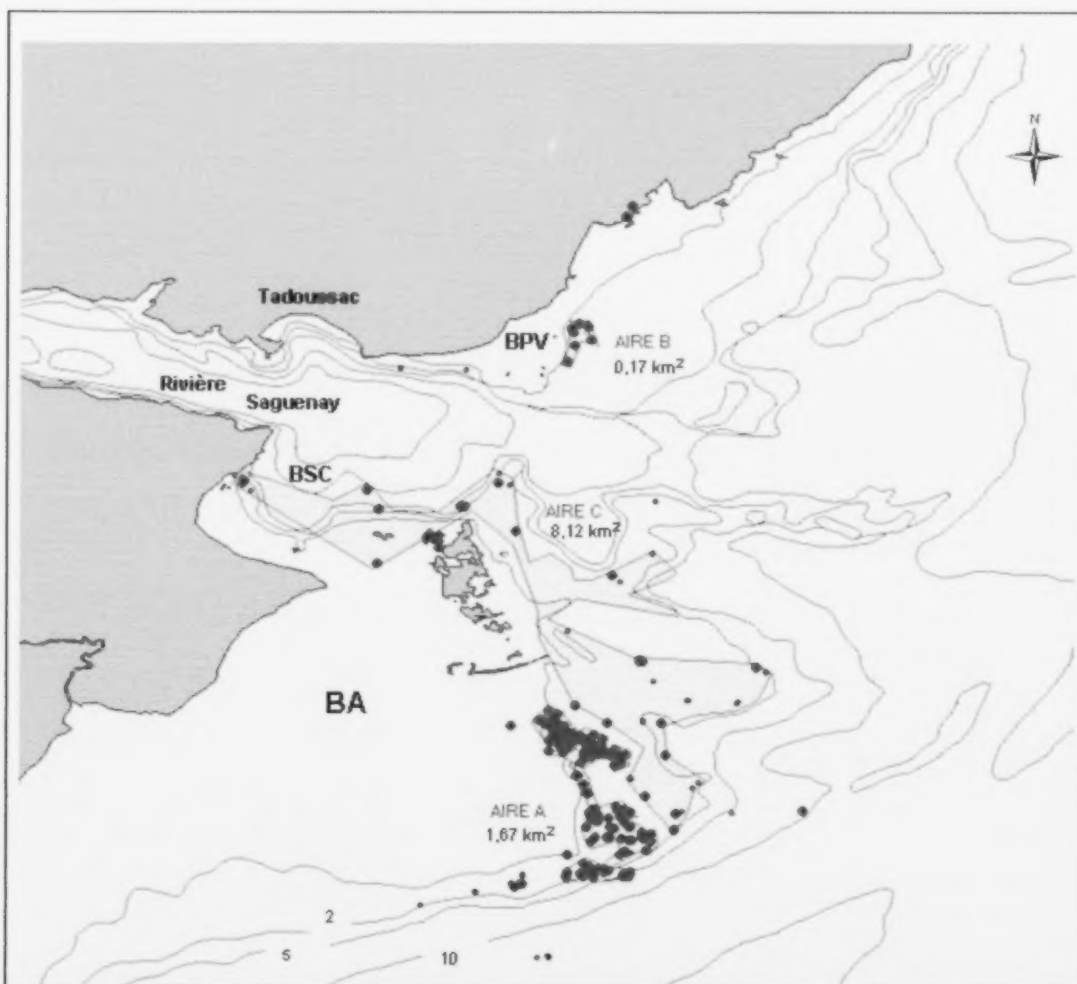


Figure 8. Carte de l'embouchure du Saguenay montrant les aires principales de pêche en 2006 et 2007 déterminées par le niveau et la concentration spatiale des prises par unité d'effort (PUE) mesurées en heure-plongeur dans le cas des aires A et B et en jour-bateau dans le cas de l'aire C. Les points correspondent à des positions de pêche à PUE moyennes à élevées (gros points) ou à PUE faibles (petits points). Les isobathes marquées sont en mètres. BA, batture aux Alouettes; BPV, batture de la pointe aux Vaches; BSC, baie Ste-Catherine.

Enfin, entre les aires A et B et contournant le côté est de la batture aux Alouettes jusque dans la baie Sainte-Catherine au nord, se trouve une zone plus vaste d'environ 8,12 km<sup>2</sup>, appelée aire C, dans laquelle l'effort de pêche a été diffus et les rendements mesurés en jb ou hp généralement faibles, sauf dans la baie Sainte-Catherine et pour quelques positions ici et là au pourtour de la batture aux Alouettes.

Les distributions de fréquences de diamètre des oursins verts dans les échantillons des prises commerciales de la zone 9 apparaissent à la Figure 9. Les données jusqu'en 2004 sont montrées à titre informatif seulement, car leur interprétation est difficile étant donné

que la méthode de capture (plongée vs casier) et le lieu d'échantillonnage (en mer vs à quai) ont varié et ne sont pas toujours connus. En 1996 et 2003, les échantillons provenaient principalement de la pêche en plongée à Saint-Siméon (ouest de la zone 9) et la taille médiane de l'oursin était de 58 mm (15 % de sous-légaux) et 63 mm (2 % de sous-légaux) respectivement. En 2000 et 2001, les échantillons provenaient principalement du secteur est de la zone 9 et l'oursin était caractérisé par une petite taille médiane de 46 ou 50 mm et une proportion très élevée de 75 ou 45 % d'oursins sous-légaux, possiblement parce qu'une partie des échantillons provenait de captures par casiers qui n'étaient pas triées. En 2004, la moitié environ de l'oursin échantillonné de la zone 9 provenait de la baie Sainte-Catherine à l'embouchure du Saguenay et l'autre moitié provenait à parts à peu près égales de Saint-Siméon et de l'île aux Lièvres. La taille médiane de l'oursin était alors de 58 mm et la proportion d'oursins sous-légaux de 9 %.

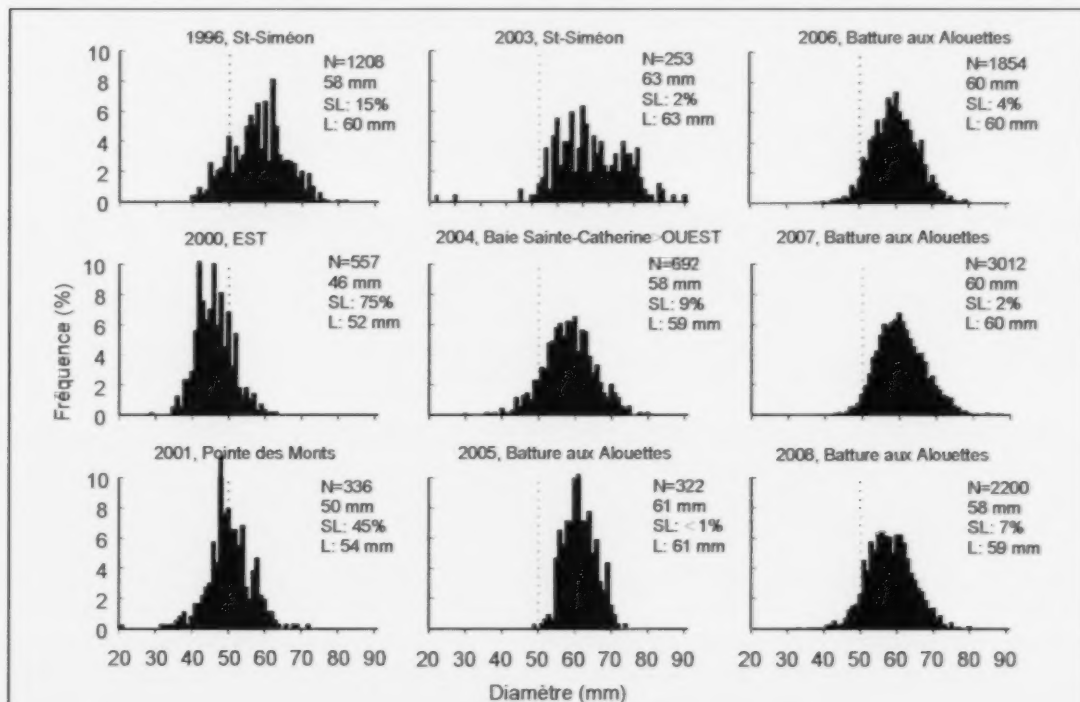


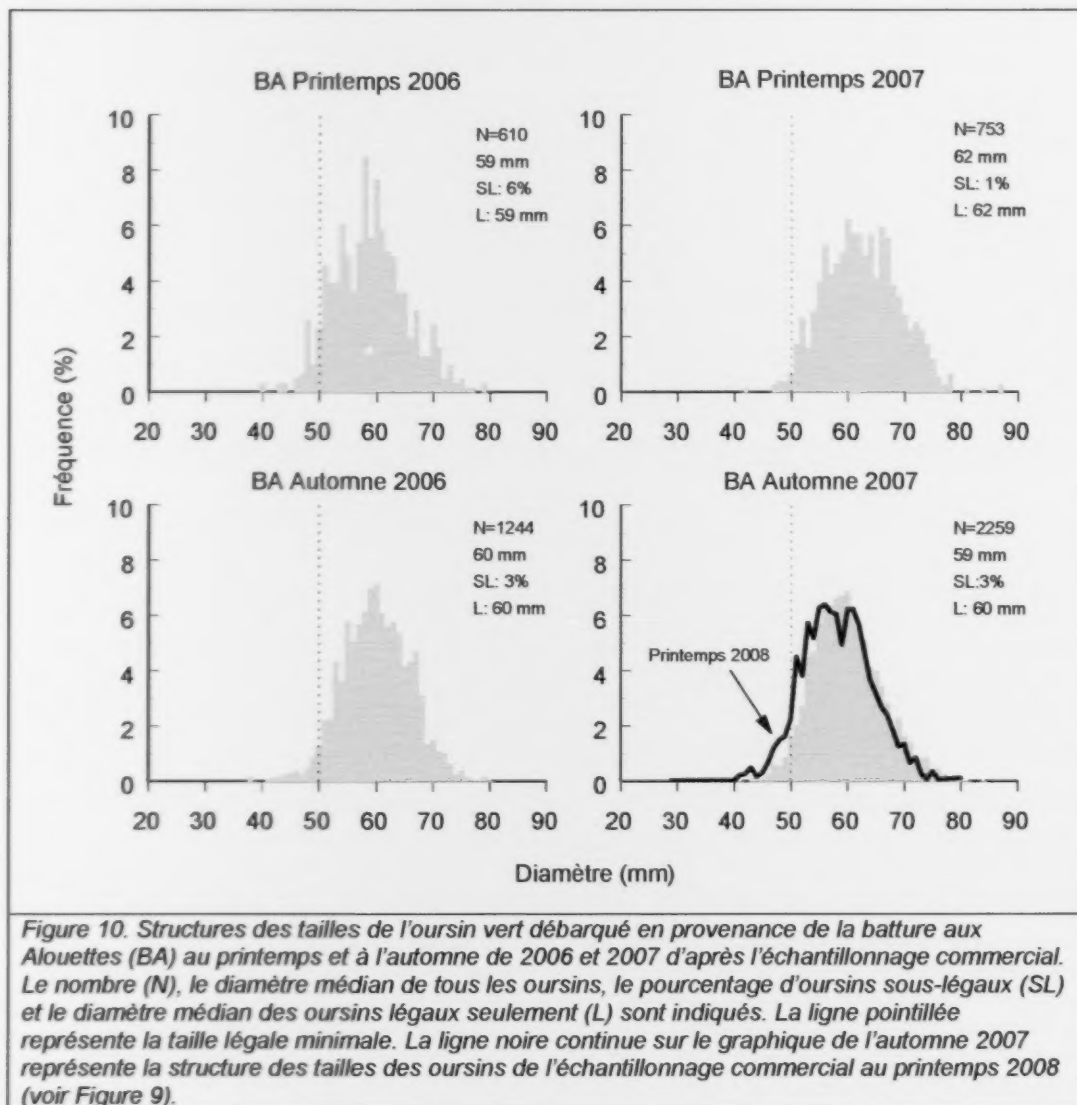
Figure 9. Structures des tailles de l'oursin vert en provenance de différents secteurs ou localités de la zone 9 de 1996 à 2008 d'après l'échantillonnage commercial. Le nombre (N), le diamètre médian de tous les oursins, le pourcentage d'oursins sous-légaux (SL) et le diamètre médian des oursins légaux seulement (L) sont indiqués. Les échantillons représentent l'oursin capturé (avant tri) de 1996 à 2004 et l'oursin débarqué (après tri) de 2005 à 2008. La ligne pointillée représente la taille légale minimale. La provenance connue ou présumée des échantillons apparaît dans l'entête de chaque figure : EST, secteur est de la zone 9 auquel appartient Saint-Siméon; OUEST, secteur ouest de la zone 9 auquel appartient la pointe des Monts; la baie Sainte-Catherine et la batture aux Alouettes appartiennent au secteur embouchure du Saguenay.

À partir de 2005, l'échantillonnage commercial a visé les débarquements d'oursin vert dans la zone 9 et ceux-ci provenaient en vaste majorité de la batture aux Alouettes. De 2005 à 2007, la taille médiane de l'oursin débarqué diminue légèrement de 61,0 à 60,0 mm et la proportion d'oursins sous-légaux augmente de 0,3 à 2,4 % (Figure 9). Les deux



changements, bien que minimes, sont significatifs (test de Wilcoxon pour les médianes:  $P < 0,001$ ; test exact de Fisher pour les proportions :  $P = 0,004$ ).

Pour la batture aux Alouettes, les structures de tailles mesurées lors des saisons de pêche du printemps et de l'automne de 2006 et 2007 sont représentées sur la Figure 10. Il n'y a pas de différence significative de la taille moyenne des oursins entre le printemps et l'automne de 2006 et entre l'automne de 2006 et le printemps de 2007 (test de Scheffe,  $P > 0,8$ ), mais la taille diminue significativement entre le printemps et l'automne de 2007 (test de Scheffe,  $P < 0,001$ ).



---

### 3.3. ÉTAT DE LA RESSOURCE DANS LA ZONE 9 EN 2008

#### 3.3.1 La pêche

La pêche printanière dans la zone 9 s'est déroulée du 30 mars au 9 mai 2008, même à l'Embouchure, les dates prévues de la saison de pêche ayant été modifiées en raison de conditions météorologiques défavorables. L'effort de pêche a atteint 86 jb et a été concentré à 91 % dans le secteur de l'Embouchure, principalement à la batture aux Alouettes, et dans le secteur est autour de Saint-Siméon pour la portion d'effort restante (Figure 6).

Dans le secteur de l'Embouchure, la PUE en jb accuse une légère diminution en 2008 par rapport à 2007, reflétant avant tout une baisse du rendement sur la batture aux Alouettes (Figure 7). Par contre, la PUE en hp progresse fortement et revient au niveau de 2005 autant pour la batture aux Alouettes que pour l'Embouchure dans son ensemble (Figure 7). La baisse de la PUE en jb et l'augmentation de la PUE en hp surviennent alors que l'effort de pêche s'est concentré encore plus qu'auparavant dans l'aire A du côté sud-est de la batture aux Alouettes (Figure 8), qui représente à elle seule 86,9 % des débarquements en provenance de la batture aux Alouettes et 65,9 % de ceux de l'Embouchure. La contradiction entre la baisse de la PUE en jb et la hausse de la PUE en hp s'explique par une réduction substantielle de l'effort de pêche en hp par journée. Alors que le nombre moyen de plongeurs par bateau demeurerait constant de 2006 à 2008 (3,0–3,1 plongeurs), le nombre moyen d'heures de plongée par jb diminuait d'au moins 30 % en 2008 (8,4 heures) par rapport à 2007 (13,6 h) et 2006 (12,0 h). Cette diminution serait reliée au fait que les conditions de marée dans l'aire A au printemps limitent le nombre de plongées qui peuvent être effectuées dans une journée par rapport à ailleurs à l'Embouchure. L'effort en jb a été beaucoup plus élevé dans l'aire A, autant en absolu que relativement au reste de l'Embouchure, au printemps 2008 (52 jb, 67 %) qu'au printemps de 2007 (23 jb, 40 %) ou de 2006 (24 jb, 51 %).

Une analyse plus poussée des rendements à la pêche dans l'aire A a été effectuée en raison de la concentration de l'effort à cet endroit en 2008 (Tableau 2). Au cours du printemps, la PUE mesurée en hp dans l'aire A est élevée et n'a pas changé significativement de 2006 à 2008 (ANOVA,  $P = 0,438$ ). Par contre, il y a une diminution des rendements à la pêche dans l'aire A entre la courte saison de pêche printanière et la longue saison de pêche automnale au cours de chaque année complète de pêche (test de  $t$  : 2006,  $P = 0,021$ ; 2007,  $P = 0,057$ ). Ainsi, en 2006 la PUE moyenne mesurée en hp était de 10,9 % inférieure à l'automne par rapport au printemps en 2006 et de 14,7 % inférieure en 2007 (Tableau 2). Le contraste entre le rendement du printemps et celui de l'automne est encore plus frappant quand on utilise la PUE médiane (Tableau 2) : la baisse est de 5,7 % en 2006 et de 17,6 % en 2007. Cela suggère que la dynamique de population d'oursin en hiver est particulièrement importante pour le renouvellement de la ressource sur les fonds pêchés. Fait important, la variabilité autour de la PUE moyenne ou médiane s'est accentuée au fil des ans comme en témoignent l'écart-type et les quartiles (Tableau 2). Cela peut suggérer à la fois la découverte et l'exploitation d'agrégats d'oursins à haute densité et la déplétion progressive de concentrations « traditionnelles ». Pour l'Embouchure dans son ensemble, l'augmentation de la PUE en hp en 2008 par rapport à 2007 (Figure 7) serait donc avant tout le reflet d'une pêcherie exclusivement printanière en 2008 qui, de surcroît, s'est concentrée sur les fonds productifs de l'aire A.

Tableau 2. Moyenne ( $\pm$  un écart-type, ET) et médiane (Méd, avec quartiles) de la prise par unité d'effort mesurée en heure-plongeur (kg par hp) dans l'aire A de la batture aux Alouettes au printemps et à l'automne de 2006 à 2007 et au printemps de 2008.

Année	Printemps (kg par hp)		Automne (kg par hp)	
	Moyenne $\pm$ ET	25 % – Méd – 75 %	Moyenne $\pm$ ET	25 % – Méd – 75 %
2006	336,0 $\pm$ 59,7	302,4 – 320,7 – 378,0	299,5 $\pm$ 65,6	264,6 – 302,4 – 340,2
2007	341,2 $\pm$ 118,9	283,5 – 343,9 – 414,1	290,9 $\pm$ 108,4	197,9 – 283,5 – 354,0
2008	358,8 $\pm$ 149,4	225,3 – 347,4 – 494,4	—	—

Nous avons mis en relation le débarquement et l'effort de pêche en hp cumulés par jour de débarquement successif pour l'aire A en 2007, chaque variable étant transformée à son logarithme en base 10, afin d'explorer les changements temporels du rendement de la pêche (Figure 11). La relation générale entre ces deux variables peut être décrite par une régression linéaire dont les résidus représentent des périodes de rendement au-dessus de la moyenne lorsqu'ils sont positifs et inférieurs à la moyenne lorsqu'ils sont négatifs. On constate par l'examen des résidus à la régression une nette rupture de pente au 22 octobre pour un cumul d'oursin débarqué de 248 t et un cumul d'effort de 800 hp (82 jb). Une régression entre le débarquement et l'effort cumulés (valeurs  $\log_{10}$ ) sur la période du 22 octobre jusqu'au 11 décembre produit une pente de 0,85 qui est significativement inférieure à 1 (test t,  $P < 0,001$ ), démontrant qu'à partir du 22 octobre la même unité d'effort de pêche rapportait de moins en moins d'oursins.

En 2008, la taille médiane de l'oursin débarqué au printemps était de 58,0 mm et la proportion d'oursins sous-légaux était de 6,9 %, par rapport à des valeurs de 60,0 mm et de 2,4 % en 2007 (Figure 9). La diminution de taille de l'oursin, qu'elle soit mesurée par la médiane ou par la proportion d'oursins sous-légaux, est significative entre 2007 et 2008 (test de Wilcoxon :  $P < 0,001$ ; test de Fisher pour les proportions :  $P < 0,001$ ).

### 3.3.2. Le relevé de recherche

#### 3.3.2.1. Démographie et biomasse

Des informations détaillées sur la nature du fond, la couverture algale et sur la densité, la structure des tailles et la biomasse d'oursins le long de chacun des transects complets sont fournies dans les Appendices 2 à 5. De façon générale, pour la batture aux Alouettes, les transects du Groupe 1 situés près du front de laminaires étaient caractérisés sur leur longueur par une plus grande hétérogénéité de types de fond et par des densités et biomasses d'oursins beaucoup plus variables (Appendices 1 et 3) que les transects du Groupe 2 situés plus loin du front de laminaires (Appendices 1 et 4). Une dizaine d'échantillons pris sur les transects du Groupe 1 avaient une densité ou une biomasse totale d'oursins très élevées ( $> 450$  individus et  $> 25$  kg par  $m^2$ , voir Figure 14 à l'Appendice 3). Les transects P et Q avaient sur leurs longueurs respectives des substrats uniformes et des densités et biomasses d'oursins relativement peu variables (Appendices 1 et 5).

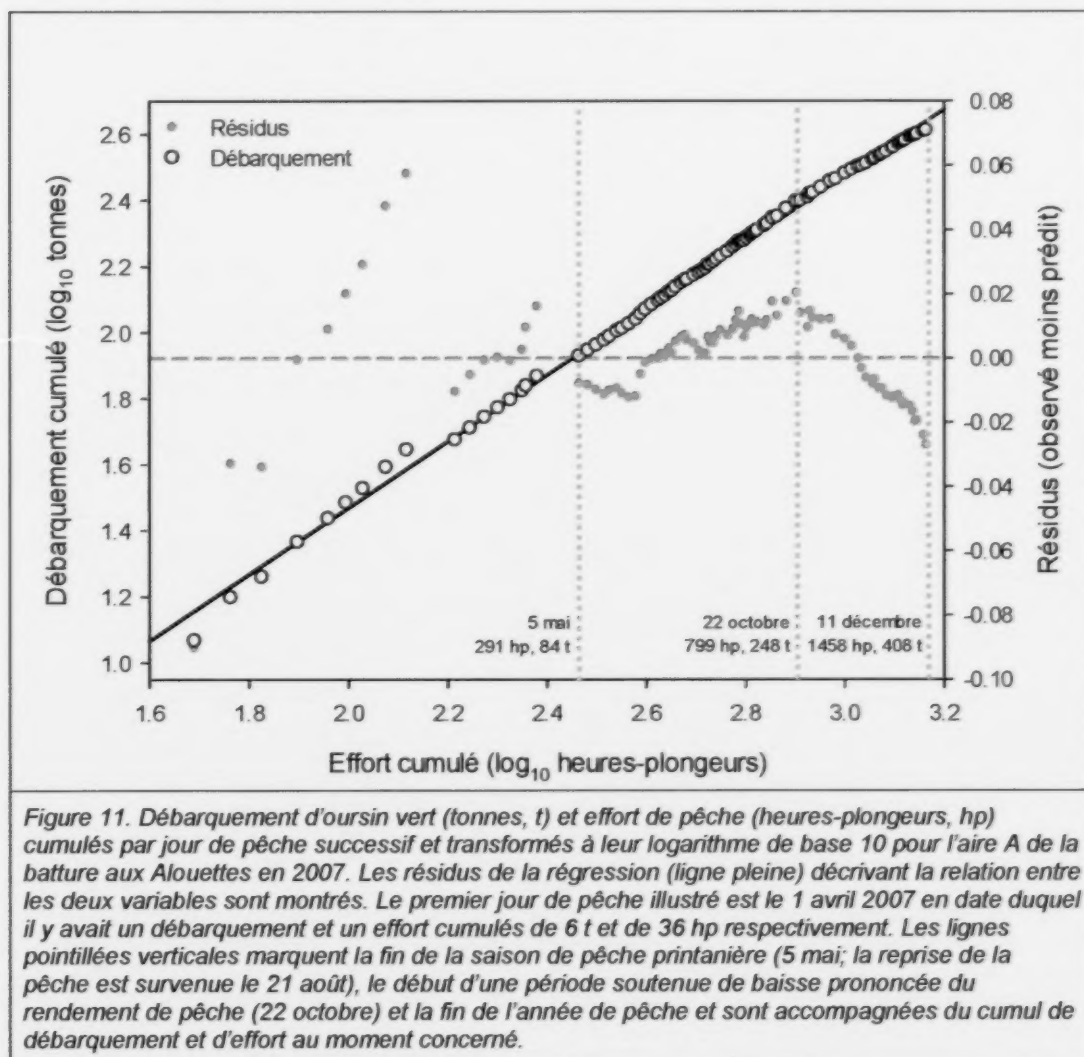
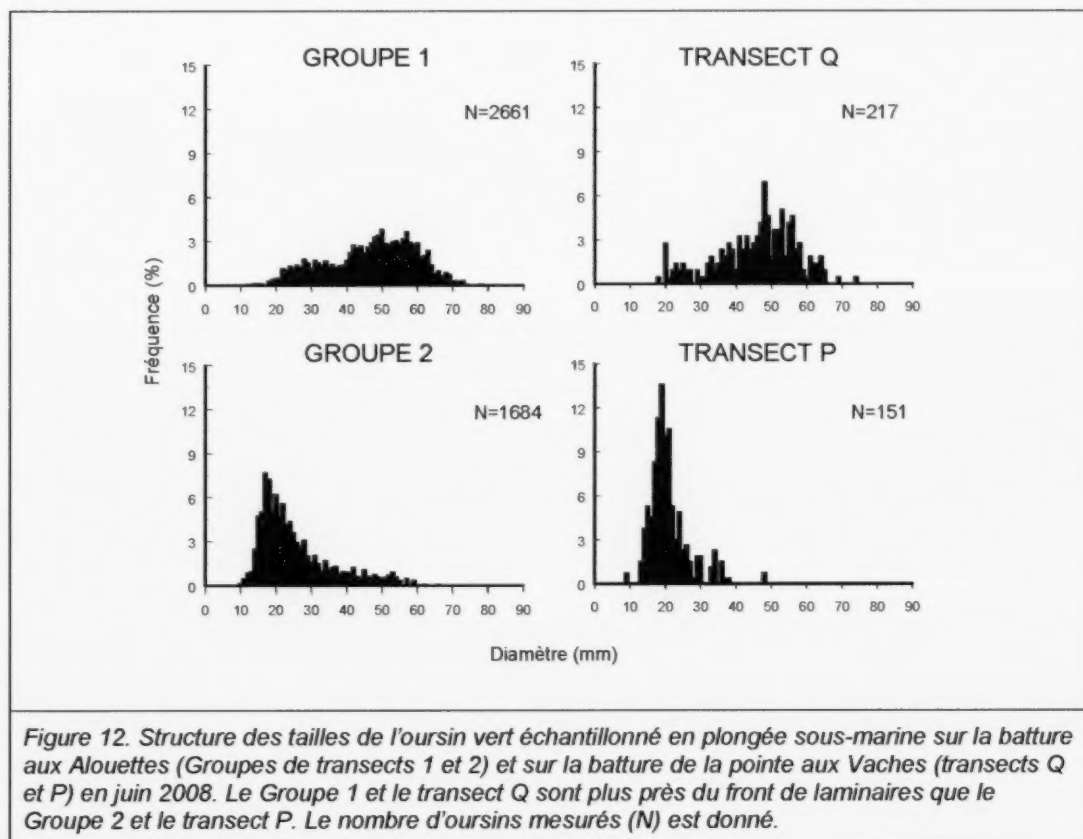


Figure 11. Débarquement d'oursin vert (tonnes, t) et effort de pêche (heures-plongeurs, hp) cumulés par jour de pêche successif et transformés à leur logarithme de base 10 pour l'aire A de la batture aux Alouettes en 2007. Les résidus de la régression (ligne pleine) décrivant la relation entre les deux variables sont montrés. Le premier jour de pêche illustré est le 1 avril 2007 en date duquel il y avait un débarquement et un effort cumulé de 6 t et de 36 hp respectivement. Les lignes pointillées verticales marquent la fin de la saison de pêche printanière (5 mai; la reprise de la pêche est survenue le 21 août), le début d'une période soutenue de baisse prononcée du rendement de pêche (22 octobre) et la fin de l'année de pêche et sont accompagnées du cumul de débarquement et d'effort au moment concerné.

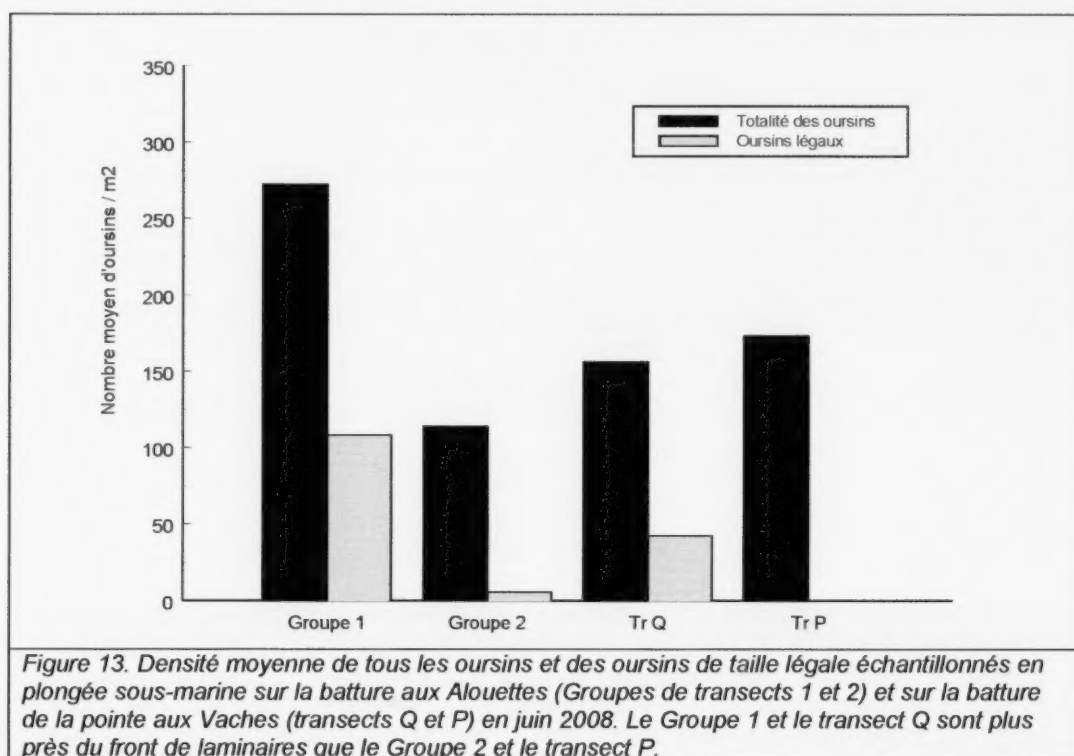
Sur les deux battures, les oursins étaient nettement plus gros près du front de laminaires que plus loin (Figure 12). Dans les transects du Groupe 2 et le transect P, plus loin du front de laminaires, on note une grande abondance d'oursins de 15 à 25 mm de diamètre, qui sont peu ou pas représentés dans les échantillons provenant des transects près du front de laminaires (Groupe 1 et transect P). Les oursins étaient dans l'ensemble plus abondants dans les transects près du front de laminaires que plus loin du front (Figure 13), la moyenne et le maximum de la densité moyenne par transect étant de 261,1 et 491,3 oursins par m<sup>2</sup> respectivement pour le Groupe 1 et le transect Q ensemble, contre 122,8 et 206,3 oursins par m<sup>2</sup> respectivement pour les transects du Groupe 2 et le transect P ensemble. Comme les oursins étaient aussi nettement plus gros près du front de laminaires, la moyenne et le maximum de la biomasse totale moyenne par transect étaient au moins un ordre de grandeur plus élevés dans les transects du Groupe 1 et le transect Q (13,4 et 33,6 kg par m<sup>2</sup> respectivement) que dans les transects du Groupe 2 et le transect P (1,2 et 2,1 kg par m<sup>2</sup> respectivement). Sur les transects avec de l'information quantitative incomplète, les oursins étaient relativement peu nombreux et soit petits sur



les transects 20 (87,0 oursins pour 0,9 kg par m<sup>2</sup>) et 21 (138,0 oursins pour 0,8 kg par m<sup>2</sup>) ou soit nettement plus gros sur le transect 13 (45,0 oursins pour 3,2 kg par m<sup>2</sup>).



Les biomasses d'oursins verts de taille légale vert étaient plus élevées dans les transects du Groupe 1 et le transect Q et pouvaient atteindre ponctuellement (c.-à-d. dans un échantillon) jusqu'à un maximum de 39,5 kg/m<sup>2</sup>. En considérant les transects A, B et C, d'une part, et E et F, d'autre part, comme redondants étant donné leur proximité spatiale, la moyenne et l'erreur-type de la médiane des échantillons de biomasses d'oursins de taille légale sur chaque transect (ou ensemble de transects redondants) inclus dans les aires de pêche A et B est de  $3,96 \pm 1,54$  kg par m<sup>2</sup>. L'extrapolation de cette valeur à la surface totale des aires de pêche A et B (Figure 8) produit une estimation de biomasse d'oursins de taille légale de 7 286 t avec une erreur-type de 2 834 t. Il est à noter que cette estimation repose sur des relations poids-diamètre développées pour d'autres populations et assez variables entre elles (Tableau 1), ce qui représente une source additionnelle d'incertitude dans l'estimation de biomasse. Il serait important de développer des relations poids-diamètre spécifiques à l'embouchure du Saguenay.



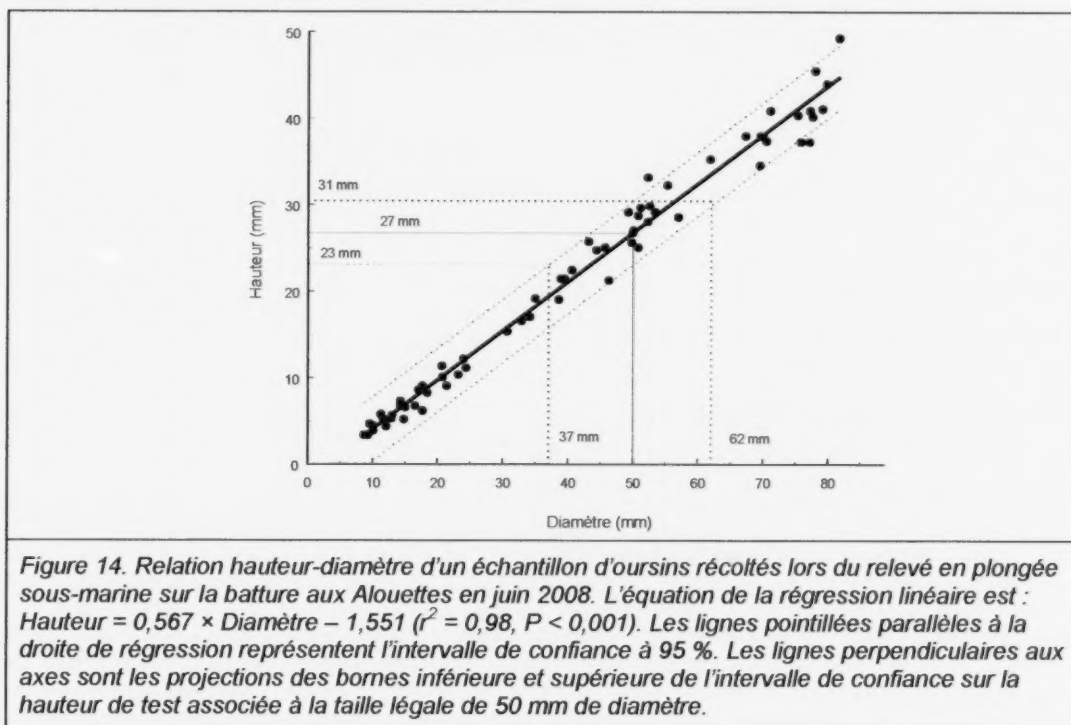
### 3.3.2.2. Relation diamètre-hauteur

Un échantillon d'oursins de diamètre variant entre 9 et 82 mm, prélevé lors du relevé en plongée sous-marine, a été utilisé pour déterminer la relation diamètre-hauteur (Figure 14). Cette relation linéaire permet d'estimer la hauteur moyenne d'un oursin de 50 mm, qui est de 27 mm. On peut aussi évaluer en fonction de l'intervalle de confiance de 95 % autour de cette relation la proportion d'individus qui sont retenus par les tables de tri sur les navires de pêche en fonction de l'espacement des barres de la table :

- un écartement des barres de 23 mm, correspondant à la borne inférieure de l'intervalle de confiance sur la hauteur de test pour un diamètre de test de 50 mm, retiendrait presque tous les oursins de taille légale mais aussi des oursins de taille sous-légale jusqu'à environ 37 mm de diamètre ;
- un écartement des barres de 31 mm, correspondant à la borne supérieure de l'intervalle de confiance sur la hauteur de test pour un diamètre de test de 50 mm, assurerait l'échappement de presque tous les oursins de taille sous-légale mais permettrait aussi l'échappement d'oursins de taille légale jusqu'à environ 62 mm de diamètre.

Cette analyse suppose que les épines ne font pas obstruction au passage des oursins entre les barres de la table de tri, ce qui est peu probable. Néanmoins, cette analyse fait ressortir clairement le fait que la méthode de tri actuelle permet de prévenir le débarquement d'un certain pourcentage d'oursins de taille sous-légale seulement avec un

espacement de barres relativement grand qui entraîne aussi une perte d'oursins de taille légale.



#### 4. DISCUSSION

De 1996 à 2005, la pêche à l'oursin vert dans la zone 9 a été d'une intensité et d'une étendue spatiale variables. Selon certains pêcheurs, la zone 9 a maintenant été pleinement explorée et les fonds intéressants pour la pêche commerciale sont connus. L'accès à certains gisements, comme ceux qui existeraient du côté nord de l'île aux Lièvres, serait cependant limité par les longs temps de transit entre quais et sites de pêche ou par des conditions de plongée difficiles. Le gisement important d'oursin vert à la batture aux Alouettes a été découvert en 2004 et son exploration subséquente en 2005 a mené à une intensification de l'effort de pêche dans la zone 9 en 2006 et 2007 et encore au printemps de 2008, mais sur une superficie très restreinte de la zone.

Malgré le caractère exploratoire et l'intensité très variable de la pêche à l'oursin vert dans la zone 9 jusqu'en 2005, certains signes de fragilité de la ressource sont apparents. Cela est d'abord évident dans le déclin des PUE en hp dans le secteur ouest (Saint-Siméon) en seulement trois années consécutives de pêche (1995–1997). Mis à part une brève incursion de 2003 à 2004 au cours de laquelle on a constaté que les PUE en hp demeuraient faibles, ce secteur a été délaissé, signe probable de rentabilité économique insuffisante. La PUE mesurée en hp dans le secteur ouest de la zone 9 est toujours bien inférieure aux valeurs de 1996. Dans le secteur est de la zone 9, où les débarquements et les PUE ont été modestes, l'escalade ponctuelle de l'effort de pêche en 2004 a été accompagnée d'une baisse marquée de la PUE mesurée en jb. Les pêcheries lucratives

---

d'oursins peuvent être éphémères (quelques années à une ou deux décennies) et le rétablissement des populations après un épisode de surexploitation, même assez bref, peut être long et incertain (par ex., voir Johnson *et al.*, 2012). Dans la partie ouest de la zone 9, le contexte océanographique variable, notamment de la salinité, entraînerait un faible recrutement, une croissance très lente et une mortalité très élevée de l'oursin vert aux tailles inférieures à 40–50 mm de diamètre (Himmelman *et al.*, 1983b). Cette situation pourrait expliquer pourquoi l'oursin vert tarde à se rétablir au voisinage de Saint-Siméon.

La batture aux Alouettes recèle une importante population d'oursin vert qui a supporté une pêche intense en 2006, 2007 et au printemps de 2008. À l'intérieur de la principale aire (A) pêchée au pourtour de cette batture, la constance de la PUE en hp au printemps de 2007 et 2008 par rapport au printemps de 2006, malgré une certaine diminution de la PUE au cours des automnes de 2006 et 2007, semble à prime abord indiquer une bonne résilience à l'exploitation. Le rebond printanier de la PUE en hp après une période hivernale d'environ 3–4 mois sans pêche intensive indique que la dynamique de population hivernale est importante pour le renouvellement de la ressource. Ce rebond pourrait s'expliquer par (i) un remplacement des oursins prélevés par croissance d'individus de taille sous-légale sur place et par immigration d'individus de taille légale en périphérie de l'aire A, (ii) une concentration spatiale des oursins de taille légale survivants à l'intérieur de l'aire A vers les fronts et pièges à laminaires (coulées) qui sont de mieux en mieux connus et ciblés par les pêcheurs, (iii) ou un mélange des deux. Cependant, la variabilité croissante de la PUE de 2006 à 2008 (autant au printemps qu'à l'automne), la diminution de la PUE entre la saison de printemps et d'automne plus marquée en 2007 qu'en 2006 et, dans une moindre mesure, la diminution de la taille de l'oursin débarqué de 2005 à 2008, ainsi que des rapports verbaux de plongeurs commerciaux faisant état d'une diminution de la ressource, suggèrent que l'oursin n'a pas été remplacé sur l'ensemble de l'aire A au même rythme qu'il a été enlevé. La prudence est de mise étant donné l'absence d'information sur la dynamique de population de l'oursin vert à l'embouchure du Saguenay, un milieu lui aussi sujet à de fortes variations de salinité.

Le relevé en plongée sous-marine suggère que la population d'oursin vert de l'embouchure du Saguenay était encore très importante à l'été 2008. Cependant, la composante légale de cette population pourrait être constituée d'individus accumulés à partir d'un très grand nombre de classes d'âge étant donné la longévité potentielle de l'espèce (jusqu'à 50 années) et le taux de mortalité au stade adulte présumé très faible – surtout compte tenu de la rareté ou de l'absence de prédateurs naturels importants comme le homard ou le crabe commun au pourtour de la batture aux Alouettes. De plus, comme indiqué par certains pêcheurs, seule une partie de la biomasse de taille légale est d'intérêt commercial puisque il y a beaucoup d'hétérogénéité spatiale dans le niveau de remplissage en gonades des oursins, liée sans doute à la distribution en taches de leur nourriture préférée. Les prélèvements portent donc sur une biomasse plus restreinte que celle évaluée par le relevé en plongée sous-marine.

Les signes de déplétion de l'oursin vert par la pêche sont survenus dans la zone 9 malgré que la pêche n'ait jamais été exercée à sa pleine capacité, en raison de permis inactifs et d'un effort de pêche effectif bien en deçà de la limite autorisée. À titre d'exemple, si les 7 permis exploratoires avaient été actifs pendant 6 semaines au printemps et 12 semaines à l'automne à raison de 5 jours de pêche par semaine avec 3 plongeurs par bateau, l'effort nominal dans la zone 9 aurait atteint 1890 jours-plongeurs alors qu'il n'a jusqu'à présent jamais dépassé environ 750 jours-plongeurs, soit une augmentation de 250 %. De plus,



---

des technologies existantes mais non-utilisées, comme le pompage assisté par turbine, pourraient grandement améliorer l'efficacité des plongeurs.

Il serait souhaitable de contenir la capacité et l'effort de pêche jusqu'à ce que la productivité des divers gisements de la zone 9, et en particulier celui de la batture aux Alouettes à l'embouchure du Saguenay, soient mieux connus. La connaissance de cette productivité requerra un historique de pêche plus long et des études sur la dynamique de population des principaux gisements. En attendant cette information, nous suggérons pour la batture aux Alouettes d'utiliser comme limite de l'effort de pêche annuel le point de bris de pente dans la régression entre le débarquement et l'effort cumulés en 2007, soit 800 hp (ou une valeur équivalente en jb). En effet, ce point observé vers la fin d'octobre correspond au début d'une période de baisse continue de la PUE en hp et semble refléter une difficulté croissante de récolter, qui est attribuée par les pêcheurs au fait que les oursins « pleins »<sup>1</sup> sont de plus en plus rares ou que les conditions de plongée se détériorent en raison du froid à mesure que progresse la saison de pêche automnale. Cependant, ce dernier argument ne semble pas cohérent avec les rendements élevés enregistrés en avril 2007 (338 kg/hp), l'eau dans l'estuaire ayant été plus froide dans ce mois qu'en octobre et novembre 2007 (voir Galbraith *et al.*, 2008). La baisse de rendement amorcée en octobre 2007 serait donc attribuable à une déplétion perceptible et croissante de la ressource. Il est à noter que la protection de l'oursin vert de la batture aux Alouettes ne devrait pas entraîner un accroissement déraisonnable de l'effort de pêche exercé en d'autres secteurs peu productifs de la zone 9 ou plus exigus de l'embouchure du Saguenay.

## 5. SOURCES D'INCERTITUDE

L'inconstance spatiale et temporelle de l'effort de pêche à l'oursin vert dans la zone 9 jusqu'en 2005, conjuguée à des modes d'exploitation différents (plongée et casiers), des populations régionales (gisements) avec des caractéristiques démographiques probablement différentes (voir Himmelman *et al.*, 1983b) et de l'information très incomplète sur la pêche et les prises, limitent le type d'analyse que l'on peut faire de l'impact de la pêche sur la ressource. Ailleurs, où l'effort de pêche à l'oursin vert a été plus constant dans l'espace et pratiqué selon un seul mode d'exploitation, on a pu développer des modèles de surplus de production qui ont permis d'évaluer les niveaux de capture appropriés pour l'oursin vert. Dans le cas de l'oursin vert de la Colombie-Britannique, l'utilisation d'un de ces modèles et l'application rigoureuse de limites de capture a permis de reconstruire sur une période d'environ 15 ans un « stock » décimé par 7 années de surpêche (Perry *et al.*, 2005).

Une information importante pour comprendre la situation de l'oursin vert à l'embouchure du Saguenay et dans la zone 9 en général serait une évaluation de la structure d'âge des oursins débarqués et de la population en général. Il existe des méthodes pour estimer l'âge des oursins à partir des plaques calcaires du test ou de la lanterne d'Aristote (Robinson et MacIntyre, 1997; Blicher *et al.*, 2007). Cette information permettrait d'évaluer les taux de croissance et de mortalité et de documenter les patrons temporels de

---

<sup>1</sup> Les pêcheurs contrôlent régulièrement la qualité des oursins en examinant un échantillon de spécimens lors des activités de récolte. Une qualité d'oursin déficiente par la couleur ou la taille des gonades entraîne l'abandon d'un site de pêche et la recherche d'un nouveau site où la qualité est meilleure.

---

recrutement. Il faut se rappeler que le recrutement de l'oursin vert est probablement tributaire des conditions de salinité variables dans l'Estuaire et qu'il pourrait être de plus en plus sporadique à mesure qu'on se déplace de la pointe des Monts vers l'amont du Saint-Laurent (Himmelman *et al.*, 1983b).

Il serait également opportun d'étudier la mortalité indirecte d'oursins sous-légaux ou légaux liée aux activités de pêche. Les captures sont triées en mer sur une grille pour éliminer les individus de taille sous-légale. De plus, il peut arriver que des oursins de taille légale soient rejetés à la mer si la qualité de leurs gonades n'est pas suffisante. La survie des oursins rejetés pourrait dépendre des conditions de tri et du lieu de rejet en mer (Miller et Nolan, 2008; R.J. Miller, Institut Bedford, communication personnelle).

## 6. AUTRES CONSIDÉRATIONS

La pêche en plongée sous-marine est considérée très peu dommageable pour l'environnement. Cependant, l'oursin vert est un organisme structurant dans l'écosystème et lorsqu'il est abondant, il peut déterminer la nature et la diversité des communautés benthiques à faible profondeur. Une déplétion radicale des populations d'oursin vert, par maladie ou pêche, peut donc mener à des changements majeurs dans l'écosystème côtier.

## 7. REMERCIEMENTS

Nous remercions Madeleine Beaudoin et son équipe pour les mesures d'oursin dans les échantillons commerciaux, Sylvain Hurtubise pour la préparation des fichiers ZIFF et Édith Lachance pour les données statistiques sur les débarquements et la valeur de l'oursin. Alain Boucher et son équipe de plongeurs ont effectué le relevé en plongée avec le concours des biologistes du Ministère de Pêches et Océans. Ian Perry (Pacific Biological Station, Colombie-Britannique) et Robert Miller (Bedford Institute of Oceanography, Nouvelle-Écosse) nous ont aimablement fourni de l'information sur leurs pêcheries respectives d'oursin vert. Les commentaires de Francis Coulombe (MAPAQ, Gaspé) et Amélie Rondeau (MPO, Moncton) ont amélioré le document.

## 8. RÉFÉRENCES

- Abraham, E.R. 2007. Sea-urchin feeding fronts. *Ecological Complexity* 4: 161–168.
- Blicher, M.E., S. Rysgaard et M.K. Sejr. 2007. Growth and production of sea urchin *Strongylocentrotus droebachiensis* in a high-Arctic fjord, and growth along a climatic gradient (64 to 77° N). *Marine Ecology Progress Series* 341: 89–102.
- Brady, S.M. et R.E. Scheibling. 2005. Repopulation of the shallow subtidal zone by green sea urchins (*Strongylocentrotus droebachiensis*) following mass mortality in Nova Scotia, Canada. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 85: 1511–1517.

- 
- Galbraith, P.S., D. Gilbert, R.G. Pettipas, J. Chassé, C. Lafleur, B. Pettigrew, P. Larouche et L. Devine. 2008. Conditions d'océanographie physique dans le golfe du Saint-Laurent en 2007. Secr. can. de consult. Sci. du MPO Doc. de rech. 2008/001. 55 p.
- Himmelman, J.H., A. Cardinal et E. Bourget. 1983a. Community development following removal of urchins, *Strongylocentrotus droebachiensis*, from the rocky subtidal zone of the St. Lawrence Estuary, Eastern Canada. *Oecologia* 59: 27–39.
- Himmelman, J.H., Y. Lavergne, F. Axelsen, A. Cardinal et E. Bourget. 1983b. Sea urchins in the Saint Lawrence Estuary: their abundance, size-structure, and suitability for commercial exploitation. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 40: 474–486.
- Johnson, T.R., J.A. Wilson, C. Cleaver et R.L. Vadas. 2012. Social-ecological scale mismatches and the collapse of the sea urchin fishery in Maine, USA. *Ecology and Society* 17: 15.
- Konar, B. et J.A. Estes. 2003. The stability of boundary regions between kelp beds and deforested areas. *Ecology* 84: 174–185.
- Lauzon-Guay, J.S. et R.E. Scheibling. 2007. Behaviour of sea urchin *Strongylocentrotus droebachiensis* grazing fronts: food-mediated aggregation and density-dependent facilitation. *Marine Ecology Progress Series* 329: 191–204.
- Lawrence, J.M. (dir.) 2001. Edible sea urchins: Biology and ecology. *Developments in Aquaculture and Fisheries Science*, vol. 32. Elsevier, Amsterdam, 419 p.
- Leinaas, H.P. et H. Christie. 1996. Effects of removing sea urchins (*Strongylocentrotus droebachiensis*) : stability of the barren state and the succession of kelp forest recovery in the east Atlantic. *Oecologia* 105: 524–536.
- Miller, R.J. et S.C. Nolan. 2008. Management methods for a sea urchin dive fishery with individual fishing zones. *Journal of Shellfish Research* 27: 929–938.
- MPO. 2000. L'oursin vert des eaux côtières du Québec. MPO – Sciences, Rapport sur l'état des stocks C4-13 (2000).
- Pelletier, L., P. Gauthier et M. Nadeau. 2001. L'oursin vert (*Strongylocentrotus droebachiensis*) des Îles-de-la-Madeleine : description des agrégations et potentiel d'exploitation. *Rapport technique canadien des sciences halieutiques et aquatiques* 2362: vii + 28 p.
- Perry, R.I., Z. Zhang et B. Waddell 2006. Évaluation du stock et options de quotas pour la pêche à l'oursin vert (*Strongylocentrotus droebachiensis*) en Colombie-Britannique, 2006-2009. Secr. can. de consult. sci. du MPO, Avis sci. 2005/064.
- Robinson, S. M. C. et D. A. MacIntyre. 1997. Aging and growth of the green sea urchin. *Bulletin of the Aquaculture Association of Canada* 97-1: 56-60.
- Russell, M.P., T.A. Ebert et P.S. Petraitis. 1998. Field estimates of growth and mortality of the green sea urchin, *Strongylocentrotus droebachiensis*. *Ophelia* 48: 137–153.
-

- 
- Scheibling, R.E. et B.G. Hatcher. 2001. The ecology of *Strongylocentrotus droebachiensis*. Pp 271-306 dans Lawrence, J.M. (dir.) 2001. Edible sea urchins : Biology and ecology. Developments in Aquaculture and Fisheries Science, vol. 32. Elsevier, Amsterdam.
- Vadas, R.L. et R.W. Elner. 1992. Plant-animal interactions in the north-west Atlantic. Pp 33-60 dans John, D.M., S.J. Hawkins et J.H. Price (dirs.), Clarendon Press, Oxford.
- Vadas, R.L., B.D. Smith, B. Beal et T. Dowling. 2002. Sympatric growth morphs and size bimodality in the green sea urchin (*Strongylocentrotus droebachiensis*). Ecological Monographs 72: 113-132.
- Waddell, B.J., R.I. Perry, G. Scharf et G. Ross. 1997. Surveys on green sea urchin (*Strongylocentrotus droebachiensis*) populations in Queen Charlotte Strait, British Columbia, October 1995 and March 1996. Canadian Technical Report of Fisheries and Aquatic Sciences 2143 : vii + 36 p.



## APPENDICES

*Appendice 1. Position latitude longitude (degré, minute, décimale) et profondeur du début et de la fin des transects échantillonnés en plongée sous-marine sur la batture aux Alouettes en juin 2008. Les numéros sont ceux qui ont été attribués sur le terrain lors de l'échantillonnage tandis que les lettres correspondantes ont été utilisées pour les analyses et ont été retenues pour la présentation dans le texte. Les transects 12-13-20 et 21, qui n'ont pu être échantillonnés complètement, n'ont pas été utilisés dans l'analyse des données.*

Date d'échantillonnage	Heure début	Transect		Latitude	Longitude	Latitude	Longitude	Profondeur (pieds)	
		Numéro	Lettre	Début	Début	Fin	Fin	Début	Fin
23-06-2008	09:35	1	K	48° 4.745	69° 40.246	48° 4.731	69° 40.145	11.4	10.9
	11:15	2	H	48° 4.264	69° 39.775	48° 4.243	69° 39.704	14.8	10.8
	12:18	3	F	48° 3.625	69° 39.455	48° 3.613	69° 39.371	17.0	13.5
	13:10	4	M	48° 5.118	69° 39.504	48° 5.088	69° 39.428	9.0	6.3
	14:03	5	G	48° 3.92	69° 39.867	48° 3.905	69° 39.771	11.2	15.0
24-06-2008	11:00	6	D	48° 3.49	69° 39.918	48° 3.476	69° 39.833	11.2	11.9
	11:55	7	E	48° 3.513	69° 39.483	48° 3.523	69° 39.397	13.0	14.8
	12:40	8	C	48° 3.01	69° 39.733	48° 2.985	69° 39.66	32.0	40.0
	14:03	9	L	48° 4.808	69° 39.51	48° 4.763	69° 39.46	15.6	19.0
25-06-2008	11:30	10	J	48° 4.354	69° 39.17	48° 4.346	69° 39.075	23.0	26.0
	12:30	11	I	48° 4.049	69° 39.01	48° 4.047	69° 38.916	19.7	18.0
	13:50	12	---	48° 6.598	69° 41.523	48° 6.653	69° 41.502	20.5	68.0
	15:50	13	---	48° 6.59	69° 41.658	48° 6.645	69° 41.643	24.0	56.0
	16:15	14	A	48° 3.016	69° 39.858	48° 2.974	69° 39.816	29.0	38.0
26-06-2008	06:55	15	N	48° 5.322	69° 39.916	48° 5.326	69° 39.84	17.0	18.0
	08:35	16	O	48° 5.684	69° 40.079	48° 5.707	69° 39.997	14.0	14.0
	09:40	17	Q	48° 8.314	69° 39.947	48° 8.306	69° 39.858	14.0	26.0
	10:45	18	P	48° 8.266	69° 39.602	48° 8.261	69° 39.502	18.0	20.0
	11:45	19	B	48° 3.013	69° 39.808	48° 2.97	69° 39.751	30.0	43.0
27-06-2008	07:00	20	---	48° 2.905	69° 40.133	48° 2.866	69° 40.071	34.0	48.0
	08:10	21	---	48° 5.882	69° 40.27	48° 5.918	69° 40.209	18.0	22.0
	09:30								

Appendice 2. Description des substrats présents sur chacun des quadrats échantillonnés le long des 21 transects. Les repères (0, 20, 40, 60, 80, 100 m) correspondent à la position des quadrats sur les transects de la côte vers le large. B = boulders, R = roches (petites et grosses), G = gravier, S = sable, GL = glaise ou sable très fin (silt). La présence des algues macrophytes est notée à titre d'indice seulement puisqu'elles ne représentent pas une évaluation visuelle sur le fond mais étaient présentes dans le sac d'échantillonnage lors de la remontée des oursins. L = Laminaria, ac = Agarum cribosum, c = Chondrus, f = Fucus, ps = Ptilota serrata, pr = Phycodrys rubens, u = Ulva. Le chiffre noté représente la surface échantillonnée en m<sup>2</sup> à chacune des positions.

Transect	Repère (m)					
	0	20	40	60	80	100
1-K	B; l; 1	S,G; ac,l,u; 0,5	G; ac,l,u; 0,5	S,G; ac,l,u; 0,5	G; —; 0,5	G; —; 1
2-H	B,S; l,u; 0,5	B; l,u; 0,5	B,S; l; 0,5	S,G; l; 0,25	G; —; 0,5	B,S; l; 0,25
3-F	G; l; 1	S,G; f,l; 0,5	S,G; l; 1	S,G; —; 0,25	S,G; f,l; 0,25	S,G; —; 0,25
4-M	R; c,ps; 1	R; —; 1	R; ac; 1	R; c,ps,ac; 1	R; —; 1	R; —; 1
5-G	B,S,G; l; 1	B; l; 0,5	B; —; 0,5	B,S,G; —; 0,5	B,S; —; 0,5	B,S; —; 0,25
6-D	S; —; 1	S; —; 1	B,S; l,u,f; 0,5	B,S; l,u; 0,5	B,S; l; 1	B,S; l; 1
7-E	B,S; l,f; 1	S; f,l; 1	S; l,f; 1	S; l; 1	S; l,ps; 0,5	B,S; l; 0,5
8-C	G; l; 0,25	G; f,l; 0,25	G; l; 0,25	G; ac; 0,25	S; —; 0,25	GL; —; 0,25
9-L	R; —; 0,5	S; —; 0,5	S; —; 0,5	S; —; 0,5	S; —; 0,5	S; —; 0,5
10-J	S; —; 0,5	S; —; 0,5	S; —; 0,5	S,R; —; 0,5	S,R; —; 0,5	S,R; —; 0,5
11-I	R; —; 0,5	R; —; 0,5	R; —; 0,5	R; —; 0,5	R; —; 0,5	R; —; 0,5
12						
13	S,R; —; 1	S,R; f; 0,5	S,R; l,f; 0,25	S,R; —; 0,25		
14-A	G; u,ps,pr; 1	S,G; l,u; 1	G; l,u; 0,5	S; l,ps; 0,25	S; l,u,ps,pr; 0,25	S,R; ps,pr; 0,25
15-N	G; —; 1	S,G; ac,ps; 1	S,G; —; 1	S,G; —; 1	G; —; 1	G; ac; 1
16-O	G; l; 1	G; ac; 1	G; ac; 1	G; —; 1	G; l,ps; 1	B; ac,l; 1
17-Q	S,R; l; 0,5	S,R; l; 0,25	S,R; l; 0,5	S,R; —; 0,25	S,R; —; 0,5	S,R; —; 0,5
18-P	R; —; 0,25	R; —; 0,5	R; —; 0,5	R; ac; 0,25	R; —; 0,25	R; —; 0,25
19-B	S,G,R; f,l; 1	S,G,R; —; 1	S,G,R; —; 1	S,G,R; l,ps,pr; 0,25	S,G,R; ps,u; 0,25	S,G,R; ps,ac; 0,25
20	S,R; ps; 1					
21	GL,R,B; ac,ps; 1	GL,R,B; ac,ps; 1				

### Appendice 3.

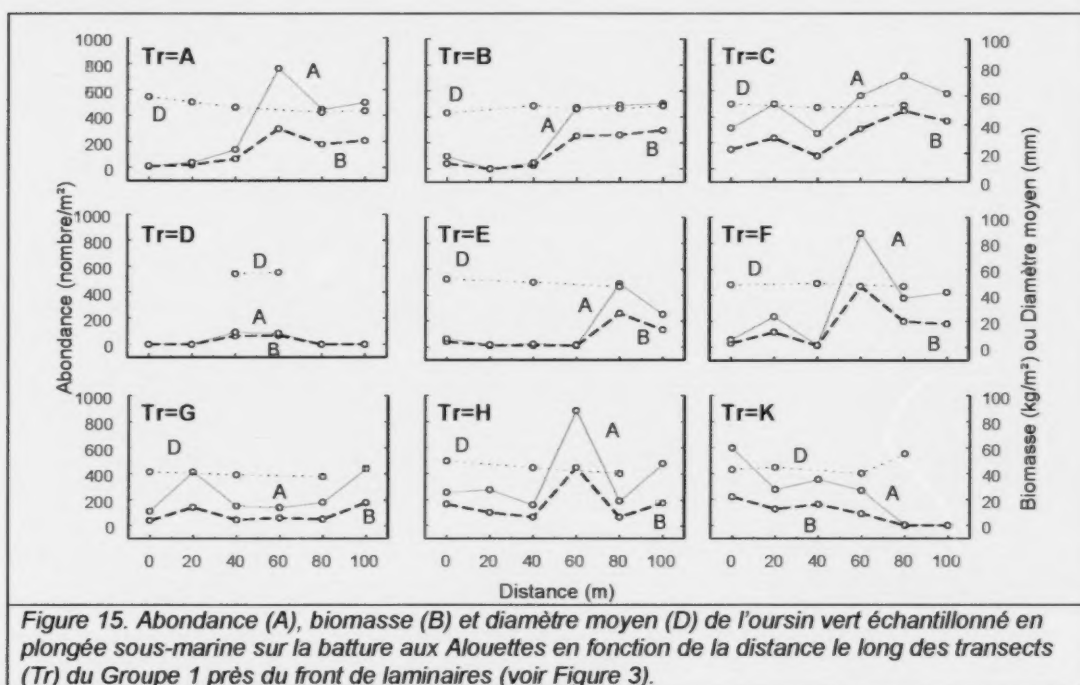


Figure 15. Abondance (A), biomasse (B) et diamètre moyen (D) de l'oursin vert échantillonné en plongée sous-marine sur la batture aux Alouettes en fonction de la distance le long des transects (Tr) du Groupe 1 près du front de laminaires (voir Figure 3).

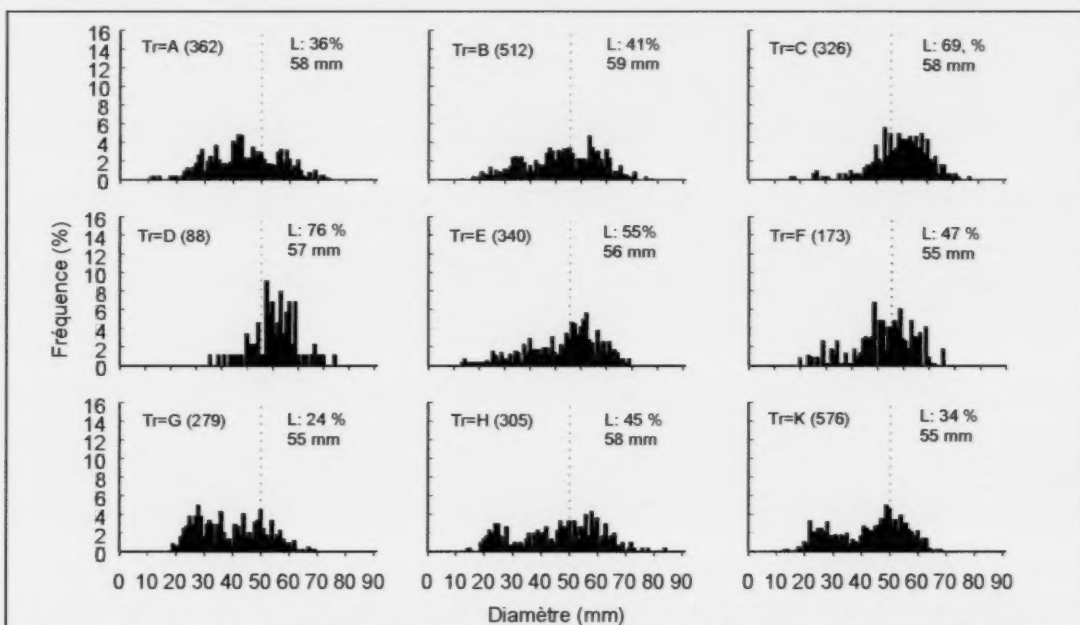


Figure 16. Structure des tailles de l'oursin vert échantillonné en plongée sous-marine sur la batture aux Alouettes sur les transects (Tr) du Groupe 1 près du front de laminaires. (voir Figure 3). Le nombre d'oursins échantillonnés (entre parenthèses) et le pourcentage (L) et le diamètre médian (mm) des oursins légaux sur les transects sont indiqués.

# Appendice 4

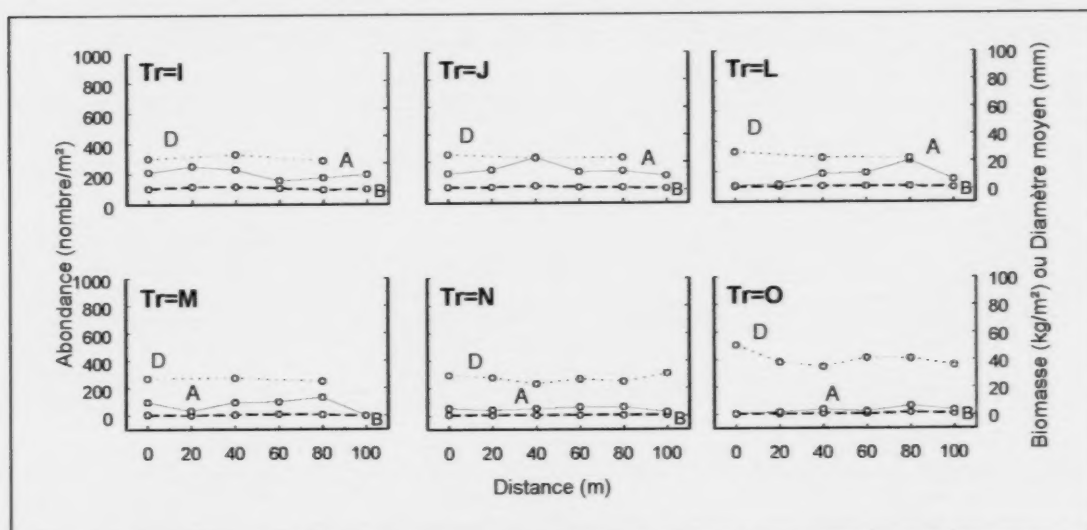


Figure 17. Abondance (A), biomasse (B) et diamètre moyen (D) de l'oursin vert échantillonné en plongée sous-marine sur la batture aux Alouettes en fonction de la distance le long des transects du Groupe 2 situés loin du front de laminaires (voir Figure 3).

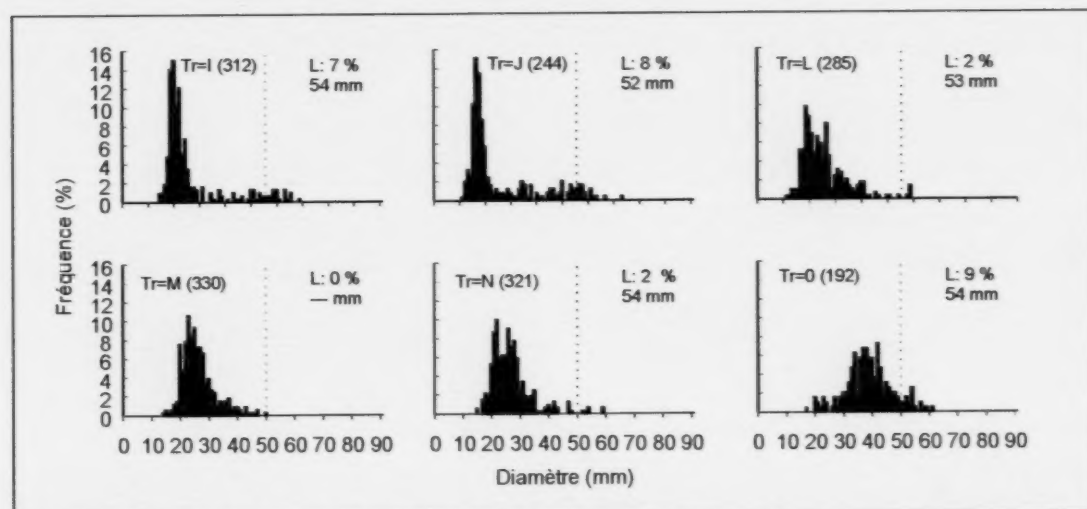


Figure 18. Structure des tailles de l'oursin vert échantillonné en plongée sous-marine sur la batture aux Alouettes sur les transects du Groupe 2 situés loin du front de laminaires (voir Figure 3). Le nombre d'oursins échantillonnés (entre parenthèses) et le pourcentage (L) et le diamètre médian (mm) des oursins légaux sur les transects sont indiqués.



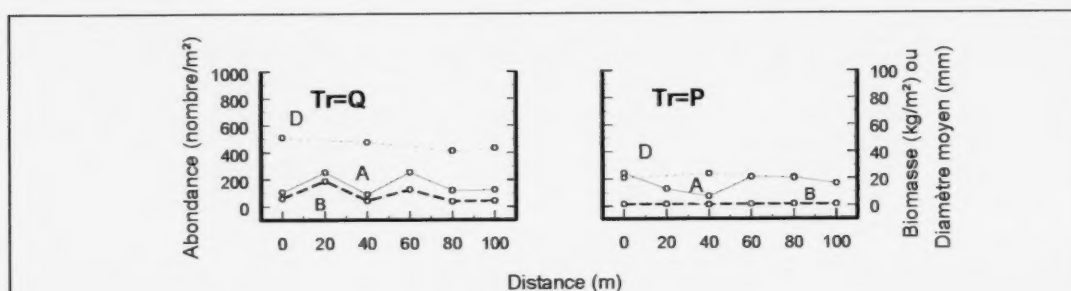


Figure 19. Abondance (A), biomasse (B) et diamètre moyen (D) de l'oursin vert échantillonné en plongée sous-marine sur la batture de la pointe aux Vaches en fonction de la distance le long du transect Q situé près du front de laminaires et du transect P situé plus loin du front de laminaires (voir Figure 3).

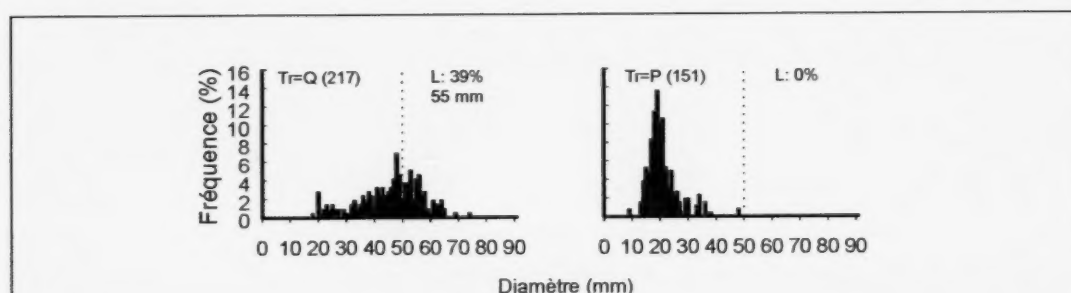


Figure 20. Structure des tailles de l'oursin vert échantillonné en plongée sous-marine sur la batture de la pointe aux Vaches sur le transect Q situé près du front de laminaires et sur le transect P situé plus loin du front de laminaires (voir Figure 3). Le nombre d'oursins échantillonnés (entre parenthèses) et le pourcentage (L) et le diamètre médian (mm) des oursins légaux sur les transects sont indiqués.